



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS:

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA SOLAR.

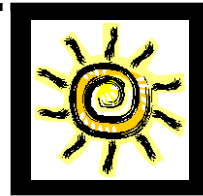
PRESENTA

ARQ. ENRIQUE DE JESÚS SÁNCHEZ PUGLIESSE

DIRECTOR DE TESIS:

M. ARQ. JOSÉ EDUARDO VÁZQUEZ TÉPOX

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO 2006



## FORMA Y FUNCIÓN:

LOS MODELOS ICONOGRÁFICOS  
COMO APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO  
DEL FENÓMENO  
BIOCLIMÁTICO-ARQUITECTÓNICO.

# PALABRAS CLAVE

ÁREA: Arquitectura, diseño.

SUB-ÁREA: Arquitectura bioclimática, arquitectura sostenible, diseño ambiental.

DISCIPLINA: Diseño arquitectónico, biónica, iconografía, biodiseño, bioclimatismo, bioclimatismo tropical.

TÍTULO: Forma, función.

SUBTÍTULO: Modelos iconográficos bioclimáticos.

El presente trabajo nace de la inquietud de documentar un proceso de vida, que viene desde la etapa de estudiante de licenciatura, hasta la fecha, tratado en un documento muy sintético que pretende decir lo esencial de una visión en la formación arquitectónica.

Siempre complejo definir la arquitectura por su carácter artístico y científico, da pauta a crear polémicas al tratar de encontrar la “verdad” de la disciplina.

En mi caso, me costó trabajo encontrarle un sentido, y por eso, me remití a sus bases, a su origen, a su vocación, el de dar cobijo y a partir de ese hecho, a potenciarla por su tecnología, por su estética, por su valor como objeto, pero reconociendo en todo momento su interacción con el medio ambiente natural, ya que se quiera o no, los objetos arquitectónicos son una partícula mas de la naturaleza, si diseñamos ajenos a esta conciencia, estamos negando su vocación esencial, la de abrigo.

En mi desarrollo, decidí no perder esas intenciones que hasta la fecha me han dado muchas satisfacciones, por poder fundamentar con hechos tangibles, lo que he construido como académico y profesional.

De ahí que, aunque haya pasado mucho tiempo, de mi egreso del postgrado, sea hasta ahora que puedo presentar un documento que plasma un desarrollo en una búsqueda constante de mi inquietud hacia lo arquitectónico.

Fungiendo como profesor en la Universidad Cristóbal Colón desde 1993, he intentado sembrar la inquietud en la experimentación arquitectónica, en los alumnos y como profesional aprovechar las oportunidades de proyectar y construir, como mi propio experimento, que me permita ir refrendando y/o enriqueciendo una visión de arquitecto sensible a la naturaleza, con cualidades plásticas expresivas.

Este trabajo está fundamentado en la “Teoría de los modelos iconográficos” desarrollado por el Dr. Joel Olivares Ruiz, profesor a quien siempre agradeceré sus enseñanzas y quien me permitió adentrarme en la experimentación arquitectónica. Posteriormente en el programa de postgrado de la Universidad Autónoma de Baja California sobre arquitectura solar, se refrendó y marcó un proyecto de vida, que hasta la fecha me sigue dando emoción. Ojalá este trabajo de tesis, coadyuve a complementar el campo de acción de lo bioclimático a partir del lenguaje de la forma, del vocabulario visual que ayuden a enfatizar el aspecto plástico de la arquitectura como un binomio indisoluble entre el diseño y el bioclimatismo, como fenómeno plástico compositivo, reconociendo códigos fundamentados en los datos duros de la física, pero enriqueciendo en su reinterpretación, las propuestas arquitectónicas con énfasis en el diseño que incida en elevar el nivel y calidad de los edificios en todos sus aspectos, a través de métodos didácticos que permitan vivenciar los fenómenos, para su posterior interpretación en conceptos que den sustento teórico a los productos de arquitectura que se generen.

ARQ. ENRIQUE DE JESÚS SÁNCHEZ PUGLIESSE



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco y felicito a la UABC, por haber sido pionera en el campo de las energías renovables a nivel de postgrado, como la maestría que tuve el honor de cursar en sus instalaciones y por continuar con esta lucha ardua de reconciliar lo que el hombre construye y la naturaleza.

Agradezco a la Universidad Cristóbal Colón su cobijo y confianza por ser parte de su cuerpo docente y directivo, en su momento, lo que permitió explorar junto con un gran equipo de colaboradores nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje y me dieron la confianza de seguir en mi búsqueda de lo bioclimático en nuestra escuela de arquitectura.

A los alumnos que aportaron dentro de las dinámicas de los talleres de proyectos, productos dignos de ser incluidos en este trabajo.

A los M. Arq. José Luis Freyre Aguilera y Yolanda Murbartian Abigair por su invaluable apoyo en la fundamentación teórica.

Profundo agradecimiento a el Doctor Joel Olivares Ruiz por la apertura hacia mi persona para seguir explorando en el campo de los modelos iconográficos con enfoque bioclimático.

A la Arquitecta Eloisa Reyes Morales de mis ex-alumnas brillantes por su calidad humana, profesional y su apoyo a la construcción de este trabajo.

A mi director de Tesis M. Arq. Eduardo Vázquez Tépo por su profesionalismo y entrega.

A mi familia... por todo.

# SINODALES

Firma

M. Arq. Jesús Humberto Beltrán López

\_\_\_\_\_

M. Arq. Cuauhtémoc Robles Cairo

\_\_\_\_\_

M. Arq. José Eduardo Vázquez Tépo

\_\_\_\_\_

Resultado examen

\_\_\_\_\_

**V**

La relación de la arquitectura con el medio ambiente está íntimamente ligada con la relación del hombre y la naturaleza, permitiendo concebir a la arquitectura como filtro ambiental, donde lo bioclimático funde la vocación innata del quehacer arquitectónico, vocación que debe crear conciencia de su importancia desde la fase formativa de los estudiantes de arquitectura.

De ahí, que esta tesis se enmarca en un proceso didáctico constructivista por medio de un método sintético de acercarse a la ciencia mediante modelos iconográficos que respondan al perfil del estudiante de arquitectura, donde la creatividad sea centro gestor de las ideas y una forma de conceptuar principios físicos del bioclimatismo hacia el fenómeno visual, ejemplificando tal hecho en síntesis arquitectónicas de carácter proyectual que funde lo expresivo, tecnológico y medio ambiental en un sistema arquitectónico que revalora lo “orgánico” o “vivo” de la concepción y creación de los objetos arquitectónicos en pro de una postura teórica hacia lo sustentable.

Por otro lado, se aplicaron conceptos de la Biónica, la cual ha servido como desencadenador de ideas en este trabajo, porque ha permitido elevar el nivel de conceptualización de estrategias bioclimáticas arquitectónicas, complementándose con la necesaria manifestación del hecho arquitectónico que es el de comunicar. Esto da pauta a enfatizar la importancia del lenguaje visual e interpretarlos en códigos bioclimáticos, permitiendo sintetizar una carta de biodiseño apoyada en la carta psicrométrica que coadyuve a generar objetos arquitectónicos que expresen mayor coherencia plástica con su entorno climático, comprobando su aplicabilidad con casos reales construidos en el género edificatorio de casa-habitación, culminando con ejemplos didácticos, consecuencia de la práctica docente del autor, demostrando la eficiencia de la teoría de los modelos iconográficos y lo prospectivo de la arquitectura bioclimática.

# ABSTRACT

The relationship between Architecture and environment is closely related to that between man and Nature, and so it is possible to conceive Architecture as a kind of “environmental filter” where bioclimatic design melts the innate vocation of the architectural task, a vocation that should be stressed since the very first stages in the formation of a future Architect.

Hence, this work frames within a dialectic-constructivist process, through a synthetic approach to science by means of iconographic models that respond to the profile of an Architecture student, seeking the creativity as the generator of ideas, and a means to translate the physical principles of bioclimatic design to the visual realm. This is concretized in architectural synthesis with a projective character that melts expression, technology and environment, creating in this way an architectural system that revalorizes the “organic:” or the “living” in the conception and creation of architectural objects towards a theoretical point of view to sustainability.

On the other hand, principles of Bionics were applied, for it allows raising the level of the conception of bioclimatic strategies, being complemented with the necessary manifestation of the architectural fact that is to communicate. This leads to stress the importance of visual language and reinterpret it as bioclimatic codes that allows to synthesis of a biodesign chart, backed up in the psychrometric chart to help the generation of architectural objects that express a greater plastic coherence with the climatic environment. Such an instrument verifies its applicability in real cases of house and dwellings, and didactic examples taken from the teaching experience of the author, all of which demonstrates the efficiency of the theory of iconographic models and the prospectiveness of bioclimatic architecture.



# ÍNDICE GENERAL

|                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| PALABRAS CLAVE.....                                                       | I     |
| PRÓLOGO.....                                                              | II    |
| AGRADECIMIENTOS.....                                                      | IV    |
| SINODALES.....                                                            | V     |
| RESUMEN.....                                                              | VI    |
| ABSTRAC.....                                                              | VII   |
| ÍNDICE GENERAL.....                                                       | IX    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                                    | XII   |
| ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....                                                  | XVIII |
| INTRODUCCIÓN.....                                                         | 1     |
| CAPÍTULO 1 ACTITUD.....                                                   | 7     |
| 1.1 La ciencia y los arquitectos.....                                     | 9     |
| 1.2 Arquitectura y contexto.....                                          | 12    |
| 1.3 La biónica.....                                                       | 16    |
| 1.4 Arquitectura y biónica.....                                           | 18    |
| CAPÍTULO 2 PROCESO.....                                                   | 23    |
| 2.1 Construcción del conocimiento desde el aprendizaje significativo..... | 25    |
| 2.2 Teoría de los modelos iconográficos.....                              | 30    |

**CAPÍTULO 3 MODELOS ICONOGRÁFICOS.....47**

3.1 Modelos iconográficos de sistemas de control ambiental.....49

3.2 Sistema pasivo de ventilación inducida para neutralizar calentamiento por efecto invernadero.....54

3.3 Sistema de ventilación inducida vía los componentes de muro trombe.....55

3.4 Sistema de efecto chimenea manipulado por componentes de muro trombe.....56

3.5 Efecto chimenea. sistema de ventilación.....57

3.6 Enfriamiento conductivo, intercambio de calor masa térmica-subsuelo.....58

3.7 Dispositivos de sombra. sistema de enfriamiento.....59

3.8 Sistema de iluminación y control térmico por trampas de luz. iluminación indirecta .....60

3.9 Cédulas de observación y evaluación.....61

3.10 Operatividad de los modelos iconográficos.....64

**CAPÍTULO 4 PRODUCTO, MODELO ICONOGRÁFICO HABITABLE.....71**

4.1 Concepto Arte-facto solar: edificio escolar didáctico – experimental.....73

4.2 Proyecto Arte-facto solar.....77

4.3 Construcción Arte-facto solar.....81

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 5 SÍNTESIS ARQUITECTÓNICA.....</b>          | <b>83</b>  |
| 5.1 Lenguaje visual.....                                | 85         |
| 5.2 Aplicaciones arquitectónicas.....                   | 93         |
| 5.3 Carta de biodiseño.....                             | 101        |
| 5.4 Casa euclidiana 1.....                              | 108        |
| 5.5 Casa de lámina .....                                | 110        |
| 5.6 Casa euclidiana 2.....                              | 112        |
| 5.7 Casa “ – es + ” .....                               | 115        |
| 5.8 Diagrama operativo.....                             | 116        |
| <b>CAPÍTULO 6 PRÁCTICA Y APLICACIÓN DIDÁCTICA .....</b> | <b>127</b> |
| 6.1 Homeostasis arquitectónica .....                    | 132        |
| 6.2 Biotipo arquitectónico todo terreno.....            | 134        |
| 6.3 Biocubo.....                                        | 136        |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>              | <b>139</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                | <b>145</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                      | <b>149</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 0.1 Edificio menara mesiniaga en malasia.....                                     | 3  |
| 1.1 Edificio escolar didáctico-experimental ( “arte-facto solar” ).....           | 10 |
| 1.2 Captores de vientos vernáculos.....                                           | 12 |
| 1.3 Consumo mundial de energía.....                                               | 13 |
| 1.4 Palapa.....                                                                   | 14 |
| 1.5 Casa marika alderon, australia.....                                           | 15 |
| 1.6 Primer principio de la termodinámica.....                                     | 15 |
| 1.7 Construcciones de las termitas africanas.....                                 | 16 |
| 1.8 Construcciones de las termitas africanas (planta).....                        | 17 |
| 1.9 Colectores solares naturales.....                                             | 18 |
| 1.10 Casa girasol.....                                                            | 19 |
| 1.11 Carta psicrométrica.....                                                     | 21 |
| 2.1 Laboratorio bioclimático.....                                                 | 25 |
| 2.2 Torre menara mesiniaga.....                                                   | 28 |
| 2.3 Torre menara mesiniaga.....                                                   | 29 |
| 2.4 Programa de simulación de mecánica de fluidos.....                            | 36 |
| 2.5 Predicciones de temperatura y movimiento de masas de aire.....                | 40 |
| 2.6 Dibujo de L. da Vinci de un modelo iconográfico para un carro de combate..... | 42 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Captación directa por superficie vidriada.....                          | 50 |
| 3.2 Captación indirecta con muro invernadero.....                           | 50 |
| 3.3 Sistema de extracción por ducto vertical.....                           | 51 |
| 3.4 Sistema de extracción por cambio solar.....                             | 51 |
| 3.5 Sistema de ventilación por ductos enterrados.....                       | 52 |
| 3.6 Sistemas de protección solar.....                                       | 53 |
| 3.7 Sistema de ventilación inducida por efecto invernadero .....            | 54 |
| 3.8 Modelo iconográfico de ventilación inducida por efecto invernadero..... | 54 |
| 3.9 Modelo iconográfico de ventilación inducida por muro trombe.....        | 55 |
| 3.10 Sistema de ventilación inducida por muro trombe.....                   | 55 |
| 3.11 Sistema efecto chimenea.....                                           | 56 |
| 3.12 Modelo iconográfico de efecto chimenea.....                            | 56 |
| 3.13 Modelo iconográfico efecto chimenea como ventilación.....              | 57 |
| 3.14 Efecto chimenea como ventilación (fenómeno).....                       | 57 |
| 3.15 Enfriamiento conductivo (fenómeno).....                                | 58 |
| 3.16 Modelo iconográfico enfriamiento conductivo.....                       | 58 |
| 3.17 Modelo iconográfico dispositivo de sombras.....                        | 59 |
| 3.18 Dispositivo de sombras (fenómeno).....                                 | 59 |
| 3.19 Trampas de luz (fenómeno).....                                         | 60 |
| 3.20 Modelo iconográfico trampas de luz.....                                | 60 |
| 3.21 Parámetros sistemas pasivo ventilación.....                            | 64 |
| 3.22 Parámetros sistema ventilación inducida.....                           | 65 |
| 3.23 Parámetros efecto chimenea.....                                        | 66 |

|      |                                                   |    |
|------|---------------------------------------------------|----|
| 3.24 | Parámetro enfriamiento conductivo.....            | 67 |
| 3.25 | Parámetro dispositivo de sombras.....             | 68 |
| 3.26 | Parámetro sistema de iluminación.....             | 69 |
| 4.1  | Artefacto eólico, Richard Rogers.....             | 73 |
| 4.2  | Composición bidimensional.....                    | 73 |
| 4.3  | Laboratorio bioclimático.....                     | 74 |
| 4.4  | Laboratorio bioclimático.....                     | 75 |
| 4.5  | Arte-facto solar experimental.....                | 76 |
| 4.6  | Vista lateral arte-facto solar longitudinal.....  | 77 |
| 4.7  | Vista lateral arte-facto solar longitudinal.....  | 78 |
| 4.8  | Vista en planta arte-facto solar.....             | 79 |
| 4.9  | Vista transversal arte-facto solar.....           | 80 |
| 4.10 | Fotomontaje arte-facto solar.....                 | 81 |
| 4.11 | Vistas proceso constructivo arte-facto solar..... | 82 |
| 5.1  | Gráfico punto, línea y plano.....                 | 85 |
| 5.2  | Villa Shoahan.....                                | 85 |
| 5.3  | Casa de huéspedes Wacker de Rudolph.....          | 92 |
| 5.4  | Casa Hiss Paul Rudolph.....                       | 92 |
| 5.5  | Esquema.....                                      | 92 |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 5.6 Modelo tridimensional A y B.....               | 93  |
| 5.7 Conceptos de formas-funcionales A y B.....     | 93  |
| 5.8 Conceptos de formas-funcionales C y D.....     | 94  |
| 5.9 Modelo tridimensional C y D.....               | 94  |
| 5.10 Modelo tridimensional E.....                  | 95  |
| 5.11 Conceptos de formas-funcionales E y F.....    | 95  |
| 5.12 Conceptos de formas-funcionales G y H.....    | 96  |
| 5.13 Modelo tridimensional G.....                  | 96  |
| 5.14 Modelo tridimensional H.....                  | 96  |
| 5.15 Modelo tridimensional I.....                  | 97  |
| 5.16 Modelo tridimensional J.....                  | 97  |
| 5.17 Conceptos de formas-funcionales.....          | 97  |
| 5.18 Conceptos de formas-funcionales K y L.....    | 98  |
| 5.19 Modelo tridimensional L.....                  | 98  |
| 5.20 Modelo tridimensional M.....                  | 99  |
| 5.21 Modelo tridimensional M y N.....              | 99  |
| 5.22 Conceptos de formas-funcionales M y N.....    | 99  |
| 5.23 Conceptos de formas-funcionales O y P.....    | 100 |
| 5.24 Modelo tridimensional O y P.....              | 100 |
| 5.25 Modelo tridimensional O.....                  | 100 |
| 5.26 Modelo tridimensional Maestría.....           | 105 |
| 5.27 Esquema conceptual casa euclidiana 1 y 2..... | 106 |
| 5.28 Esquema conceptual casa de lámina.....        | 107 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 5.29 Esquema conceptual casa – es +.....                     | 107 |
| 5.30 Composición bioclimática casa euclidiana 1.....         | 108 |
| 5.31 Fachada principal casa euclidiana 1.....                | 108 |
| 5.32 Imágenes detalles compositivos.....                     | 109 |
| 5.33 Vista general casa euclidiana 1 expresión plástica..... | 109 |
| 5.34 Composición bioclimática casa de lámina.....            | 110 |
| 5.35 Fachada principal casa de lámina.....                   | 110 |
| 5.36 Corte casa de lámina.....                               | 110 |
| 5.37 Detalles interiores casa de lámina.....                 | 111 |
| 5.38 Planta casa de lámina.....                              | 111 |
| 5.39 Composición bioclimática casa euclidiana 2.....         | 112 |
| 5.40 Fachada principal casa euclidiana 2.....                | 112 |
| 5.41 Detalles exteriores.....                                | 113 |
| 5.42 Vista general con su expresión plástica.....            | 113 |
| 5.43 Composición bioclimática casa – es +.....               | 114 |
| 5.44 Fachada principal.....                                  | 114 |
| 5.45 Vista interior conexa.....                              | 115 |
| 5.46 Plantas con dimensiones mínimas.....                    | 115 |



|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1 Modelo homeostasis arquitectónica.....                     | 132 |
| 6.2 Vista gráfica del proyecto homeostasis.....                | 132 |
| 6.3 Corte operativo.....                                       | 132 |
| 6.4 Modelo biotipo todo terreno.....                           | 133 |
| 6.5 Planta baja biotipo todo terreno.....                      | 134 |
| 6.6 Planta alta biotipo todo terreno.....                      | 134 |
| 6.7 Modelo iconográfico geométrico del biotipo conceptual..... | 134 |
| 6.8 Modelo biocubo.....                                        | 135 |
| 6.9 Vista lateral biocubo plegado.....                         | 136 |
| 6.10 Vista lateral biocubo desplegado.....                     | 136 |
| 6.11 Modelo iconográfico biocubo conceptual.....               | 136 |
| 6.12 Modelo iconográfico geométrico.....                       | 137 |
| <br>                                                           |     |
| 0.2 Centro cultural de Nueva Caledonia, Renzo Piano.....       | 141 |

## DIAGRAMA 1

modelo biónico climático.....20

## DIAGRAMA 2

aprendizaje significativo.....26

## DIAGRAMA 3

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....27

## DIAGRAMA 4

MÉTODO / SIGNIFICATIVO.....44

## DIAGRAMA 5

MODELOS ICONOGRÁFICOS.....45

## DIAGRAMA 6

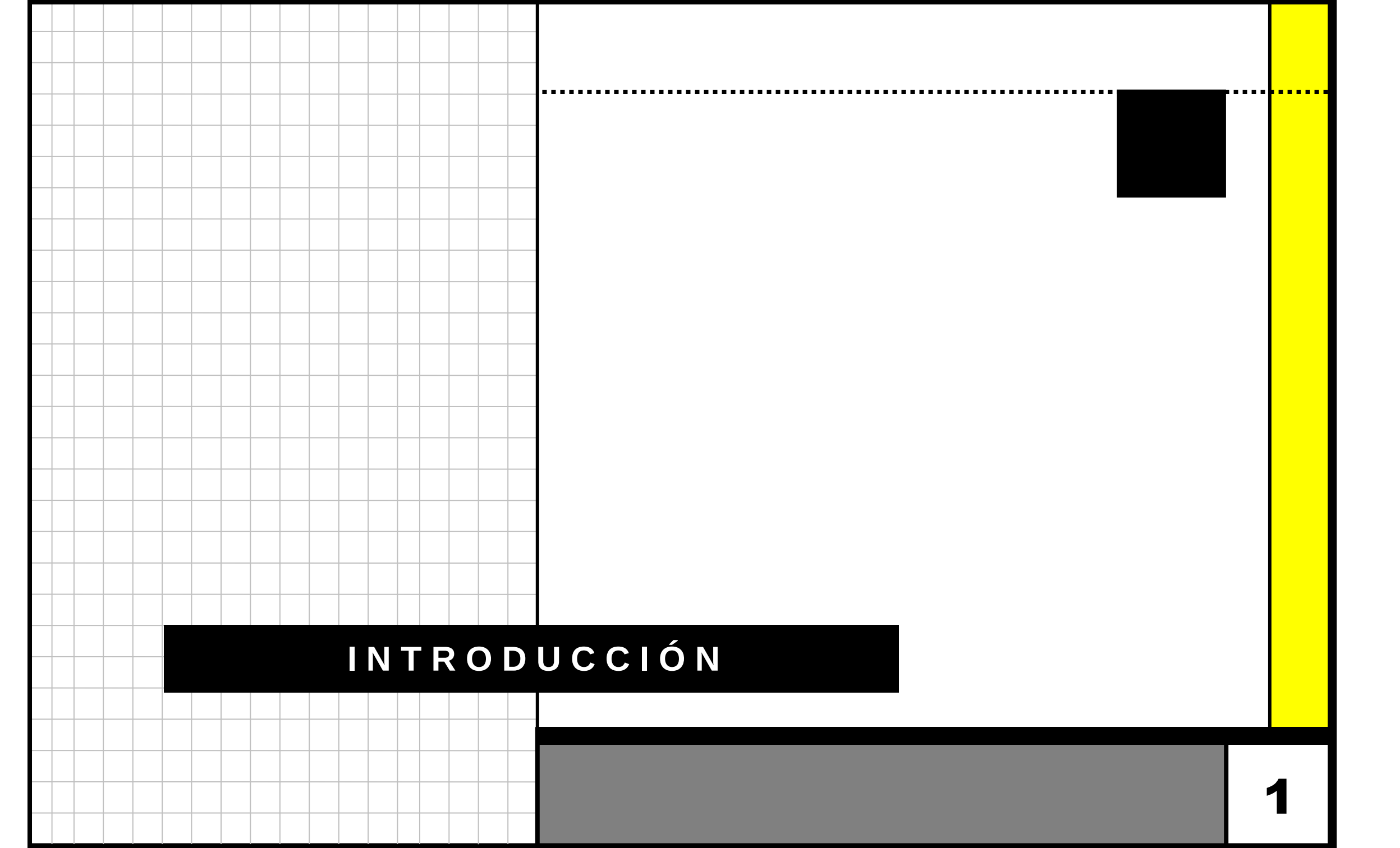
TABLA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS.....62

## DIAGRAMA 7

CARTA PSICROMÉTRICA DE BIO-DISEÑO.....101

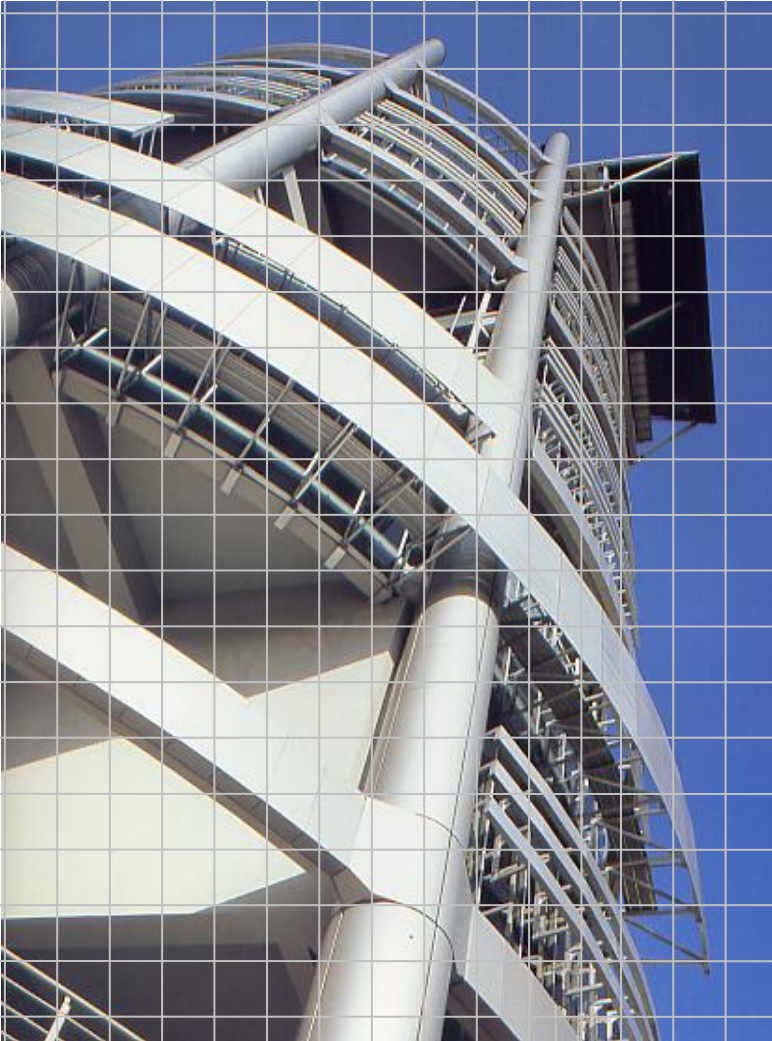
## DIAGRAMA 8

DIAGRAMA OPERATIVO.....116

The image features a minimalist geometric layout. On the left, a light grey grid covers the vertical space. A horizontal dotted line spans the width of the page, intersecting a solid black square in the upper right. A thick yellow vertical bar runs along the right edge. At the bottom, a grey horizontal bar is positioned to the left of a white square containing the number '1'. The word 'INTRODUCCIÓN' is centered in a black bar that overlaps the grid and the grey bar.

# INTRODUCCIÓN

# INTRODUCCIÓN



**Fig. 0.1**

**Edificio Menara Mesiniaga en Malasia.**

Imagen de la torre con sus paneles de protección solar y las terrazas exteriores de estar.  
Clima Subtropical.

Tradicionalmente las escuelas de arquitectura no profundizan en uno de los aspectos fundamentales del hecho arquitectónico, que es el de concebirla como filtro ambiental, el peso específico de este tipo de materia en las curriculas académicas es mínimo, consecuencia que vemos plasmadas en las ciudades al observar como se van conformando con edificios de cualquier género, en su gran mayoría descontextualizados.

Ante ello y entendiendo al postgrado como un nivel capacitador de maestros que incidan en la docencia, además de elevar el nivel profesional, se realiza este documento que parte, por lo tanto, de la tesis de entender a los objetos arquitectónicos como objetos “vivos”, como organismos habitables en constante interacción con su medio ambiente. (Fig.0.1)

Se intenta como objetivo central plasmar una manera sintética de aproximación a nivel cualitativo al método científico haciéndolo menos rígido y demostrando flexibilidad de interpretación ya que en muchas ocasiones la manera de ver a la investigación de forma tradicional coarta el involucrarse en ella. *La hipótesis de trabajo es que “la teoría de los modelos iconográficos” tienen aplicación tanto para la docencia, investigación y en el desarrollo profesional en el quehacer del arquitecto y que fusiona conocimientos, técnicas, disciplinas en pro de incidir en mejores productos arquitectónicos.* De ahí que ante estos problemas, la falta de conciencia del diseño arquitectónico integral y el poco interés de hacer investigación sea la pauta que justifique este trabajo.

Se plantea que el ingrediente número uno que se debe tener ante la investigación, es una actitud positiva y de búsqueda que con cierta sistematización nos llevará a resultados o productos.

En este caso el contexto de desarrollo es el bioclimatismo, término que nos acerca al concepto de “vivo” en las edificaciones y que la fundamenta en los grandes ejemplos vernáculos, que se liga de manera muy directa con el aprender de la naturaleza, como lo plasma la ciencia de la biónica que en un enfoque muy particular da sustento teórico al quehacer arquitectónico.

Todo lo anterior, de total importancia para la profesión de la arquitectura, debe lograrse plasmar desde la formación, por lo que plantea un método sintético a través de modelos iconográficos que permiten acercarse a los fenómenos físicos bioclimáticos, generando con ello un nivel de aprehensión del conocimiento, en el contexto didáctico del aprendizaje significativo, dando como consecuencia el entendimiento total de un fenómeno bioclimático y enfatizando la importancia de un proceso de enseñanza-aprendizaje que permite crear puentes cognitivos.

Culminando esta fase con la propuesta de un prototipo experimental escala uno a uno que coadyuve a impulsar en la disciplina de la arquitectura la conciencia y el compromiso de la investigación, la pertenencia social y el valor sintético de los objetos arquitectónicos.

**“ARQUITECTURA VIVA”:**

Aceptando como principio que la arquitectura se idea por seres vivos para el uso y disfrute de otros seres vivos pareciera acertado plantear que las características esenciales de la arquitectura deberían de estar en armonía con las esenciales de los seres vivos. <sup>1</sup>

Ya habiendo reconocido la importancia del bioclimatismo, la biónica y los modelos iconográficos, con su operatividad matemática que refleja la variabilidad del fenómeno físico para optimizar su aplicabilidad como sistema pasivo y su evolución a un modelo a escala 1:1 que permitirá incidir en una experiencia más vivencial, se plasma la fase de abstracción hacia el fenómeno del diseño, discurriendo brevemente sobre el mismo, y planteando conceptos de lenguajes formales y su interpretación bioclimática, demostrando su aplicabilidad en la fase de síntesis arquitectónica con cuatro casos de estudio en el género de casas unifamiliares, que pretenden comprobar la validez de fusionar una filosofía arquitectónica, con principios físicos climáticos y cualidades plásticas expresivas, reflejando una lectura diferente de la carta psicrométrica al concebirla mas bien como carta de bio-diseño que nos comprueba su aportación de la fase de aplicación didáctica con una visión prospectiva de proyectos bioclimáticos que enriquezca el aprendizaje hacia el hecho arquitectónico.

Al final se presentan las conclusiones más relevantes de este trabajo y las recomendaciones para que los hacedores de arquitectura tomen más conciencia de la responsabilidad profesional.

1. DIAZ, Javier, “Arquitectura y Biónica”, Edit. Departamento de cultura, Universidad de Madrid, España.

A C T I T U D

Este capítulo es en primera instancia una invitación a adentrarse en la investigación científica vía la experimentación, viéndola de una manera creativa y positiva, entendiendo que el ingrediente número uno para tal efecto es la curiosidad y una actitud positiva de búsqueda. Se enfatiza este hecho porque la disciplina de la arquitectura no tiene una liga tan directa con la experimentación como en las áreas biológicas, psicológicas, etc.

Esto parte del gran valor inspirador de la arquitectura vernácula, su lógica y sentido común de adaptabilidad climática en uso de formas y materiales, sin que por ello se desmerite la calidad de vida del usuario, desde los aspectos de confort térmico, lumínico o acústico.

Haciendo eco además de que los arquitectos debemos de ser conscientes de que nuestra “industria” es fuente importante de la degradación ambiental, de ahí el voltear a ver a la naturaleza vía la biónica como la gran escuela de vida que dé sentido a las decisiones arquitectónicas en afán de diseñar objetos lógicos, eficientes, armoniosos con la naturaleza, en sus aspectos funcionales y en su coherencia expresiva haciendonos aprendedores de lo que nuestro contexto natural nos dá.



## 1.1 LA CIENCIA Y LOS ARQUITECTOS

La ciencia se puede considerar como una experiencia tripartita. La ciencia es actitud; la ciencia es método o proceso; la ciencia es conocimiento o producto. La unión de estos tres aspectos forman la experiencia científica.

El primer aspecto se refiere a la actitud científica, entendidas como aquello que permite cuestionar todo lo que al individuo rodea también todo lo que el individuo es.

Una persona que busca permanentemente su perfeccionamiento y la mejora de todo aquello que le rodea, cumple con el primer requisito para comportarse científicamente y con ello tener una actitud de apertura.

En este aspecto la inquietud por ver a la arquitectura, como un compromiso social implícito en un clima y por lo tanto ser coherente con él, como parte fundamental del quehacer arquitectónico de proveer cobijo y calificarse como filtro ambiental de alta eficiencia, reconociendo en su concepción el gran valor inspirador que la naturaleza como modelo nos otorga. Es en sí el contexto teórico que le da sustento a esta postura de investigaciones.

Ahora bien, la ciencia como método o proceso se refiere al proceso mediante el cual nuestras observaciones o experimentos se vuelven conocimiento.

Tradicionalmente el proceso que transforma “datos” captados de la realidad en “información confiable” para tomar decisiones y resolver problemas, recibe el nombre de método científico.

KARL R. POPPER (1902-1994), llegó a una conclusión interesante acerca de la naturaleza de la ciencia: “si la ciencia requiere apertura para poder perfeccionarlos y mejorar el mundo por medio del conocimiento y el uso productivo de los errores, entonces, el método científico no puede ser un proceso infalible que pasa de generación en generación, de maestros a alumnos, pues si ese fuera el caso, eventualmente, el método científico se convertirían en dogma (verdad absoluta sin posibilidad de error) y en ese mismo instante la ciencia dejaría de ser ciencia”.

En este caso, el método científico, es la tradición de pensar, actuar y conocer críticamente tanto la realidad del mundo como la propia y nunca abandonar la búsqueda de nuevos logros, prácticas y herramientas para detectar errores, aprovecharlos al máximo y así poder contestar las preguntas más profundas (y las no tan profundas) que nos solemos plantear los humanos.

El método científico entonces es la tradición que recrea y enriquece en cada generación de maestros y alumnos, expertos y asistentes, autoridades y aprendices de una materia, acerca de cómo funcionan las cosas que ya conocemos y cómo podemos conocer nuevas cosas y los mecanismos aun ocultos que los animan. De ahí el plantear una manera (como proceso), de gestar conocimiento dirigido hacia el desarrollo de productos arquitectónicos bioclimáticos, incidiendo en su aprehensión total, nos lleve a plantear un enfoque sintético del método científico (modelos iconográficos) en pro de generar un proceso de aprendizaje significativo. (Fig. 1.1)



**Fig. 1.1**

**Edificio Escolar Didáctico-Experimental.**

Vista general del “Arte-facto solar” que se está desarrollando en la escuela de arquitectura de la Universidad Cristóbal Colón, Veracruz.

En función de este método, el alcance como producto, plantea la fusión de conceptos bioclimáticos y el diseño arquitectónico vía la teoría de la forma como síntesis arquitectónica fenomenológica (que es el estudio de los fenómenos tal como son experimentados, vividos y percibidos por el hombre) <sup>2</sup>, y validar la tesis de entender a la arquitectura como “organismo habitable” donde la forma en su totalidad es función con cualidades ópticas, apticas, térmicas, perceptivas, estructurales y revalorar el concepto de bio – diseño.

En síntesis diremos que la ciencia se hace una sola en la medida en que nuestras actitudes por saber y aprender se mantengan fuertes, nuestros métodos de investigación no se vuelvan dogmas decadentes y opresivos y nuestros conocimientos sean herramientas para elevar la condición humana.

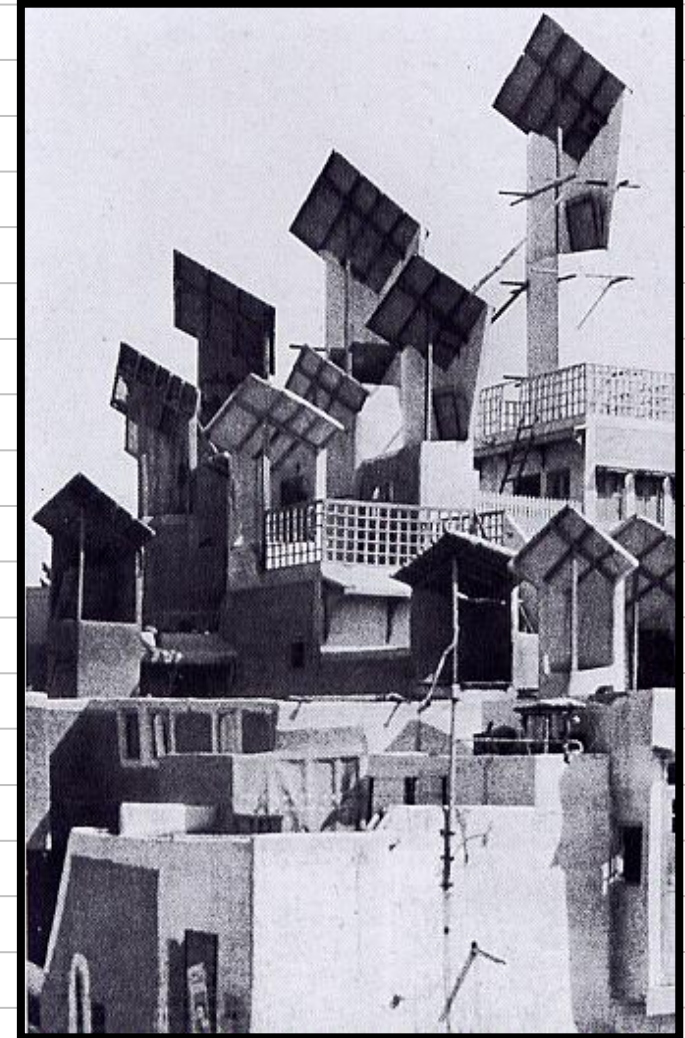
## 1.2 ARQUITECTURA Y CONTEXTO

La relación de la arquitectura con el medio ambiente no puede definirse sin entenderse la relación del hombre con la naturaleza. La arquitectura es una manifestación cultural y por ello reflejo de las actividades, pensamientos y sentimientos del hombre.

Dependiendo de cómo el hombre se concibe así mismo y cómo concibe a la naturaleza, se establecerán las relaciones entre ambos; la arquitectura es una manifestación, huella a testimonio de estas relaciones.

Muchas de las culturas antiguas tenían una visión cosmogónica integral, en la cual, el hombre era parte de un gran sistema universal de energía. El hombre adquirió profundos conocimientos de los factores naturales y los explicó en una arquitectura que, en la mayoría de los casos, daba una respuesta dinámica e integrada al entorno natural; de tal forma que la arquitectura se convertía en un encuentro de integración y equilibrio entre el hombre y el medio ambiente. (Fig. 1.2)

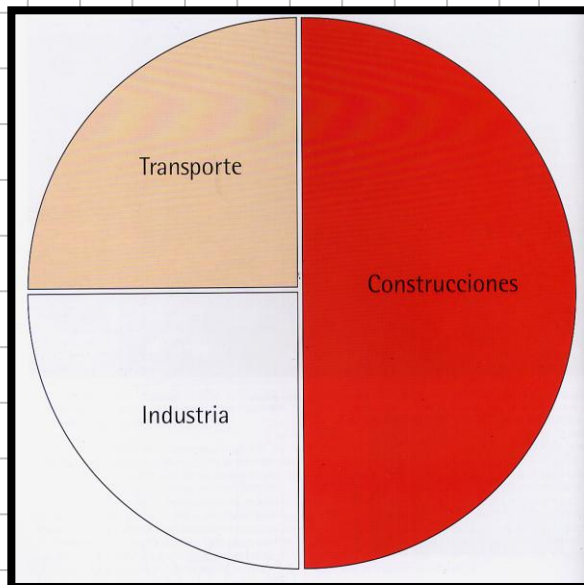
Posteriormente, el hombre se desligó de la naturaleza, ya no se entendía como parte integral de ella sino ajeno, como algo sobre puesto, con dominio sobre aquello. En este momento la arquitectura también fue ajena desligada de su entorno, trataba de manifestar su dominio sobre el paisaje.



**Fig. 1.2**

### **Captors de viento vernáculos.**

Asentamiento humano en un clima compuesto (Pakistán) donde prevalece como ejemplo vernáculo; los captors de viento con enfriamiento evaporativo para climas cálidos-secos.



**Fig. 1.3**

#### **Consumo mundial de energía**

Los edificios consumen la mitad de la energía que los seres humanos utilizan.  
Las técnicas modernas de construcción y el diseño de interiores homogéneos han conducido a un rápido crecimiento del consumo de energía.

A partir de la revolución industrial, con la aparición de una nueva sociedad de consumo, el hombre olvidó definitivamente su alianza con la naturaleza y de esta forma la arquitectura se volvió un producto de consumo, un bien de capital en el cual no importa su función o utilidad, si no el beneficio económico que se puede sacar de él. Un producto carente de identidad y en muchas ocasiones carente de dignidad. Evidentemente, los problemas y conflictos de inadaptación no se hicieron esperar y paradójicamente, la habitación se hizo inhabitable. (Fig. 1.3)

Los grandes ejemplos de la arquitectura popular o vernácula han sido olvidados, la tradición constructiva, el conocimiento legado de generación en generación se ve interrumpido cuando las personas emigran a las grandes ciudades o cuando la transculturación o falsa modernidad llegó a los poblados.

La noble casa de adobe y teja, la palapa o la troje, están siendo remplazados por las casas de asbesto o cartón asfáltico. La cultura arquitectónica de nuestros antepasados se están extinguiendo aceleradamente.

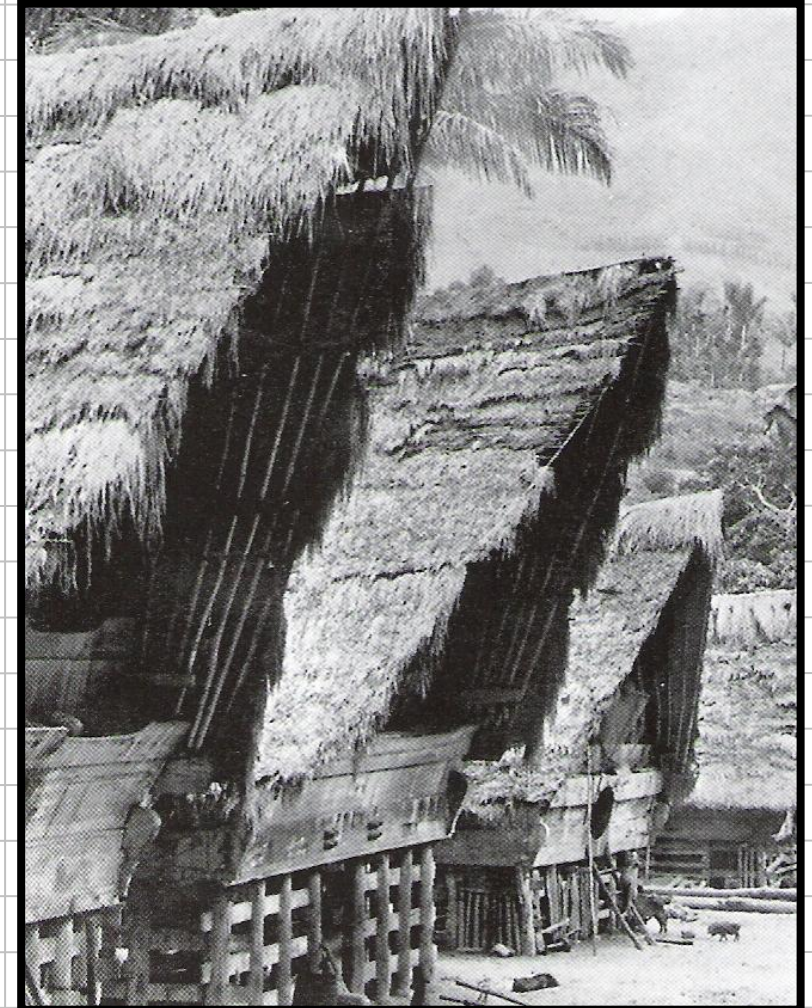
Cuando hablamos de arquitectura generalmente la primera idea que viene a nuestra mente es de casas y edificios, muros y cubiertas o fachadas atractivas; y ciertamente la forma externa y los materiales constructivos, son en sí la manifestación arquitectónica. Sin embargo la arquitectura implica mucho más que esto, además de la envolvente la arquitectura es el espacio contenido o delimitado por los elementos constructivos, es el espacio habitable percibido a través de casi todos los sentidos; la arquitectura se siente, se ve, se escucha, se huele... esta amplia percepción, es la que nos hace sentir a gusto o no, dentro de un espacio.



Estamos acostumbrados únicamente a ver la arquitectura desde un punto formal, y pocas veces nos percatamos de todo lo que una edificación implica.

Es en este contexto que trabaja la arquitectura bioclimática, cuyo principal objetivo es el de armonizar los espacios y crear óptimas condiciones de confort y bienestar para sus ocupantes. Crear espacios habitables que cumplan con una finalidad funcional y expresiva y que sean física y psicológicamente adecuados que propicien el desarrollo integral del hombre y sus actividades, esto puede lograrse a través de un diseño lógico, de sentido común, a través de conceptos arquitectónicos claros que consideren las variables climáticas y ambientales. (Fig. 1.4 y 1.5)

Este nivel de observación o de sensibilidad hacia el espacio y su influencia en el hombre, lo podemos fundamentar y enriquecer si nos volvemos mejores observadores y aprendices, de la naturaleza, mediante el acercamiento a la ciencia de la biónica que sirve de marco de desarrollo a lo bioclimático por las diferentes analogías (formales, funcionales, estructurales) que podemos interpretar de ella: siendo el modelo inspirador del proceso de ideación bio-arquitectónico. ( Fig. 1.6) (Ver sección 1.3).



**Fig. 1.4**

**Palapa.**

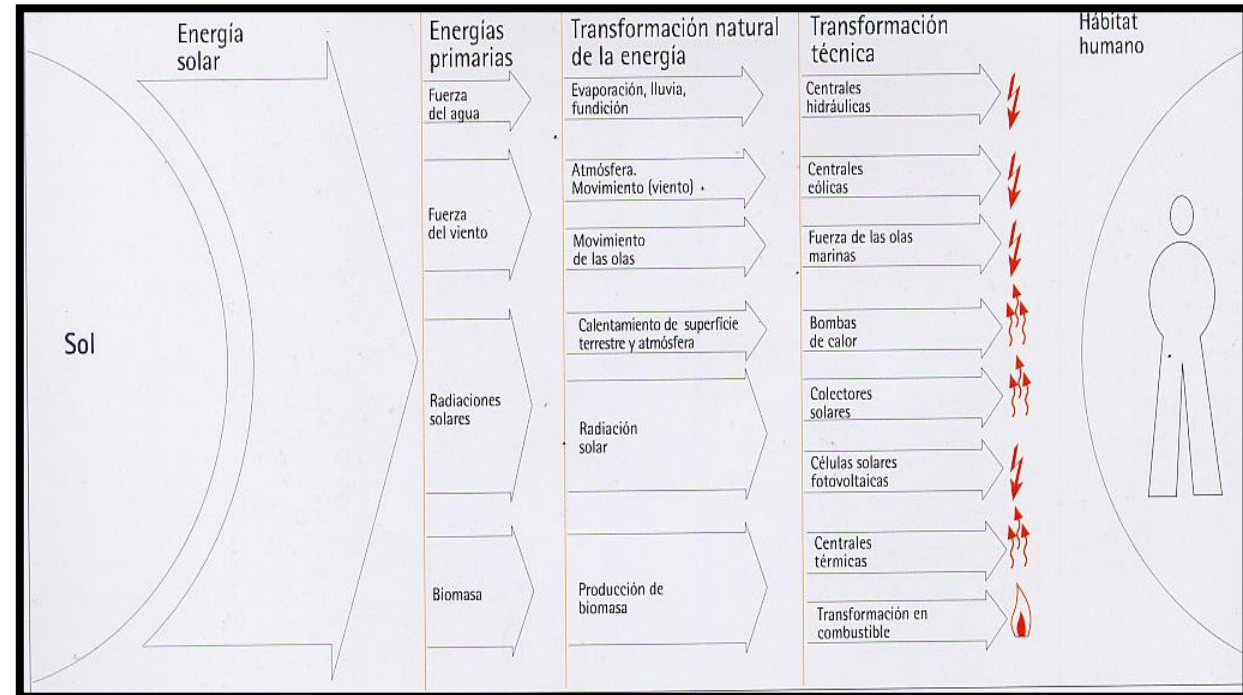
Arquitectura vernácula de clima tropical-húmedo, que demuestra su coherencia bioclimática ante el viento y la resistividad térmica.



**Fig. 1.5**

**Casa de Marika Alderton, Australia.**

Que maneja la estrategia de sección de materiales y componentes para reducir la energía incorporada y la de transporte, con altas cualidades plásticas.



**Fig. 1.6**

**Primer principio de la termodinámica**

La tierra y su atmósfera constituyen sistemas abiertos que dependen del sol de tal manera que todas las radiaciones que nos llegan de él se transformarán en diversas formas de energía.



## 1.3 LA BIÓNICA

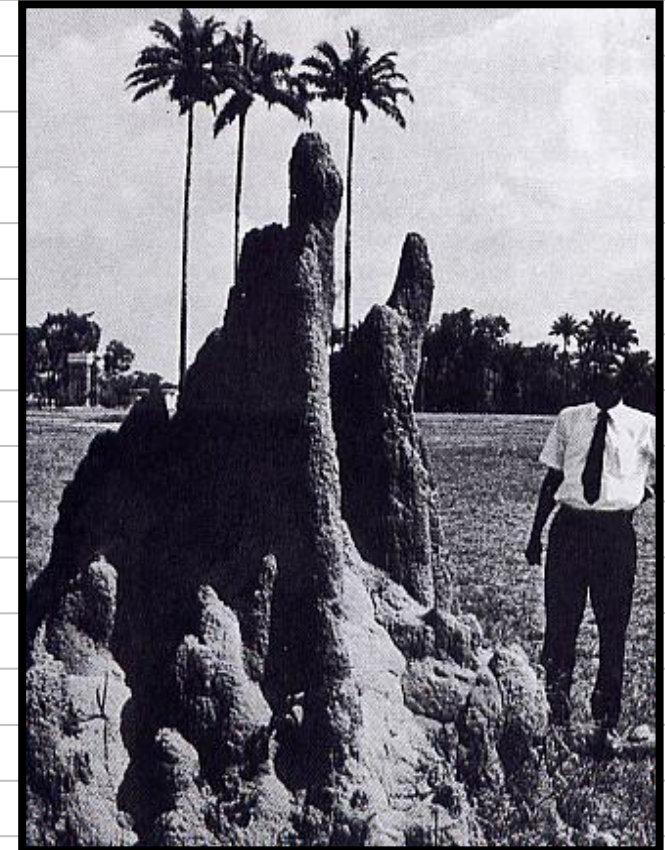
La tecnología ha desarrollado sistemas artificiales: objetos, máquinas, vehículos, edificios, que son sistemas análogos a los que se encuentran en la naturaleza.

La realización de dichos sistemas se ha debido, ya sea porque el hombre ha interpretado a la naturaleza o porque su reflexión le ha llevado a su creación, y pues la biónica posteriormente ha descubierto que lo creado por él, ya se encontraba en ella, y que de haberlo sabido antes, se hubiera ahorrado tiempo. Ejemplificación del último caso, es que después del desarrollo del sonar y del radar, se descubrió que los murciélagos poseían sistemas similares, son estos los procedimientos en que se funda la biónica.

Biónica, contracción de biología y electrónica, es una técnica de construcción de sistemas, objetos, procesos, que tienen como base el estudio de las estructuras, funciones, mecanismos, procesos y por lo tanto forma de las plantas y animales incluyendo en ello al hombre mismo.

La biónica tiene aplicaciones en sistemas mecánicos, térmicos, químicos, hidráulicos en el diseño arquitectónico e industrial y en biomedicina.

Analiza los sistemas biológicos para descubrir nuevos principios, técnicas y procedimientos de aplicación. Tiene relación con el diseño en cuanto estudia los principios formales de los seres y desarrolla una solución proyectual a partir de ellos basándose en la adecuada relación entre partes, superficies o colores, de manera que nada rompa la lógica formal y las reglas de armonía de las que la naturaleza es también modelo. (Fig. 1.7)

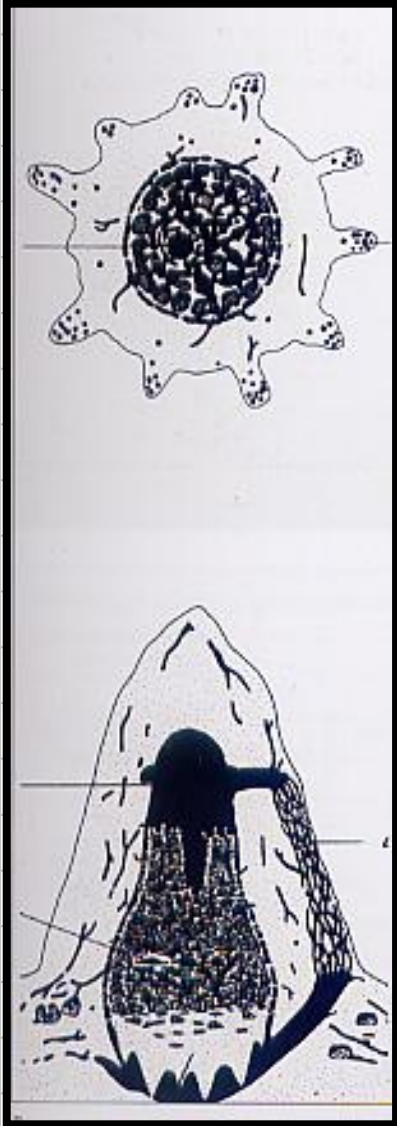


**Fig. 1.7**

### **Construcciones de las termitas africanas.**

Hábitat de termitas africanas que logran de manera natural ventilar y mantener en niveles confortables sus habitáculos sus principios son modélicos para enseñar una climatización natural.





**Fig. 1.8**

Construcciones de las termitas africanas

El proceso para acercarse a la biónica consiste en tres etapas:

1. Estudiar y describir el mundo biológico
2. Traducir la descripción biológica a un modelo matemático, lógico o grafico, es decir, abstraer su concepto, su forma, su funcionamiento, su estructura, su proceso.
3. Desarrollar el modelo que interprete, que simule, que aplique la estructura, el proceso, la forma, el funcionamiento ya descrito, creando de esta manera objetos, máquinas, procesos análogos. (Fig. 1.8) (Ver sección 2.2, Modelo Iconográfico).

La naturaleza es la gran fuente de conocimiento, es la gran universidad del mundo, es la síntesis del conocimiento universal.

En cada elemento de la naturaleza, en cada fenómeno hay síntesis, hay matemáticas, química, física, arte... poesía, hay historia, cada elemento tiene un mensaje, tiene un código de sabiduría.

De ella tenemos mucho que aprender, a observarla, a descifrar sus mensajes y a abstraer su estructura, conceptos y leyes. De este modo, la ciencia y el arte están más cerca de nosotros que de otra manera, el laboratorio perfecto aún está a nuestro alcance.

Otra actitud se debe formar para poder aprovechar la naturaleza, establecer una comunicación con la vida misma, con el origen de todo, dando pauta con ello a entender lo bioclimático en un marco biónico, como parte esencial de su concepción.

## 1.4 ARQUITECTURA Y BIÓNICA

El objetivo principal que contextualizaríamos en la Biónica es el de aprender a mirar; abrir los ojos como medio estimulador de la creatividad; desarrollar la capacidad de ver, mas allá de la fugaz apariencia de las cosas; superar por medio de la mirada y de la reflexión el límite del conocimiento “a distancia” de la realidad para impulsar, así, nuestra evolución como seres humanos.

Mirar todo lo que nos rodea, con incansable curiosidad, facilita la vivencia en equilibrio con nuestro hábitat y posibilita el acercamiento, de un modo directo y sencillo, al entendimiento de la armonía natural y la comprensión de las razones y la elección de los diversas “técnicas” que la naturaleza usa para “diseñar sus formas” (Fig. 9), en los seres de la naturaleza, las formas responden siempre a una función, ciertos principios biológicos como “la función crea al órgano”, “el órgano que cambia de función se acomoda formalmente a ella”, o “el órgano al cesar su actividad se atrofia”, son demostrativos de que función y forma se reclaman mutuamente. (Ver sección 5.2, “Formas-Funcionales”).

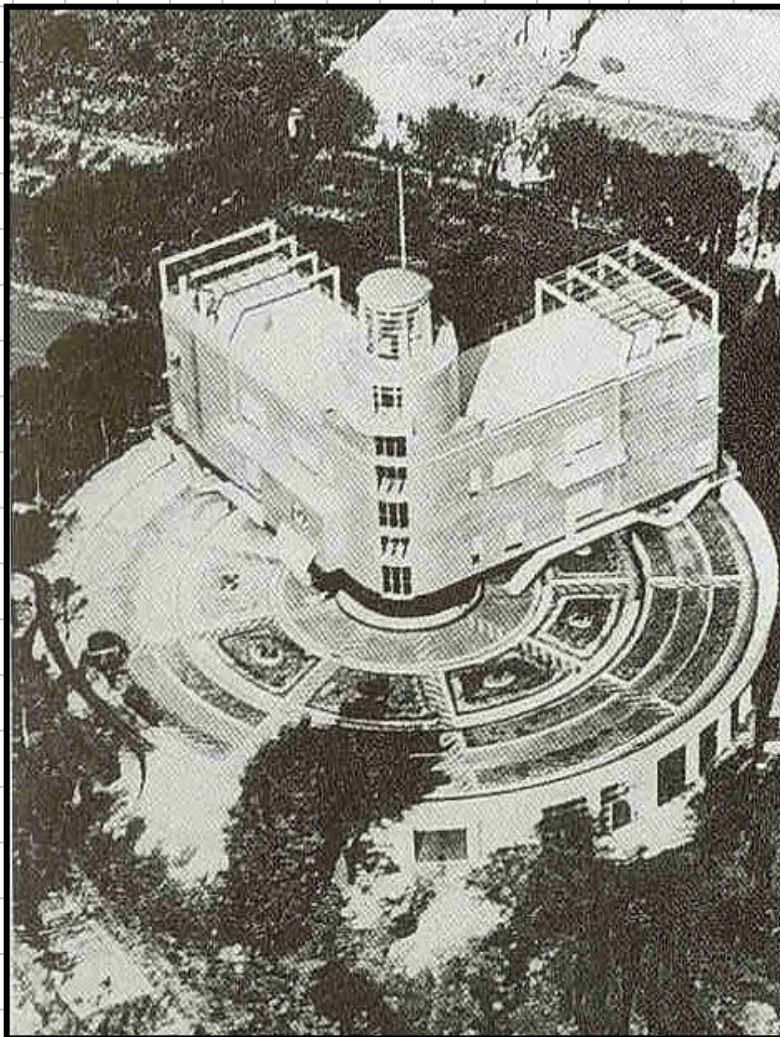
En virtud de esta exploración de la biónica y los diferentes niveles de analogías que podemos interpretar, es importante, entender su dependencia y respetar, por lo tanto la adaptabilidad al fenómeno climático, entidad regente de todas nuestras decisiones bioclimáticas. (Fig. 1.10)



**Fig. 1.9**

### **Colectores solares naturales**

Las plantas como colectores solares naturales constituyen el centro de la revolución oneolítica.



**Fig. 1.10**

### **Casa Girasol**

Edificio construido en Francia en los años 40, que retoma la tecnología ferroviaria para crear un sistema de giro, análogo a los girasoles, de seguimiento solar.

## **Clima y Arquitectura en un Marco Biónico.**

“El clima de la tierra es la distribución en el tiempo y en el espacio; de temperaturas y precipitaciones. Esa distribución indica que el polo es frío y seco, el mediterráneo húmedo y caluroso, el desierto cálido y seco y el trópico muy húmedo y muy cálido.

El Clima es un sistema complejo. Está formado por al menos tres subsistemas de características distintas: la atmósfera (AT), un fluido gaseoso, cuya densidad varía con la temperatura y la presión, el agua (AG), un fluido líquido, cuya densidad varía esencialmente con la cantidad de sal que tiene, el hielo, un fluido plástico que refleja la luz y cambia de estado.

A esto hay que añadir que los fluidos están sobre una esfera, que la esfera tiene rotación, que hay continentes que se mueven, que la composición química de la atmósfera cambia dependiendo de una vegetación que depende de esa composición química.

La evolución del clima depende del comportamiento de cada uno de los subsistemas, a su vez complejos, pero depende también y frecuentemente, de la interacción entre ellos.



La radiación solar directa calienta el agua del mar y el suelo, que radian energía hacia el espacio exterior dependiendo de la concentración de gases en la atmósfera, parte de esa energía queda entre el mar y el cielo, calentando el planeta.

Al calentarse, el aire sube, rota por efecto de la rotación de la tierra, y baja en ciertas latitudes dependiendo de la distribución de continentes. Al bajar forma vientos sobre el mar, que arrastran el agua y crean las corrientes marinas. Las corrientes distribuyen el calor de unas partes a otras del planeta, generando de nuevo vientos y distribución de temperaturas. Al llegar las corrientes cálidas al polo producen, dependiendo de las estaciones, la fusión o la solidificación del hielo, que, reflejando más o menos luz, contribuyen a la temperatura global del planeta”.<sup>3</sup>

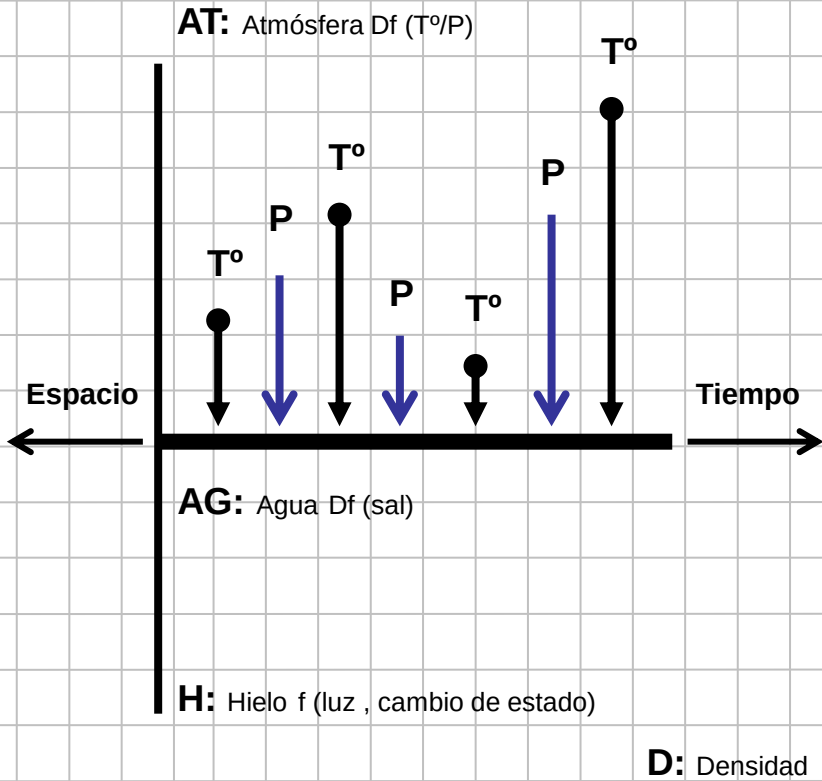
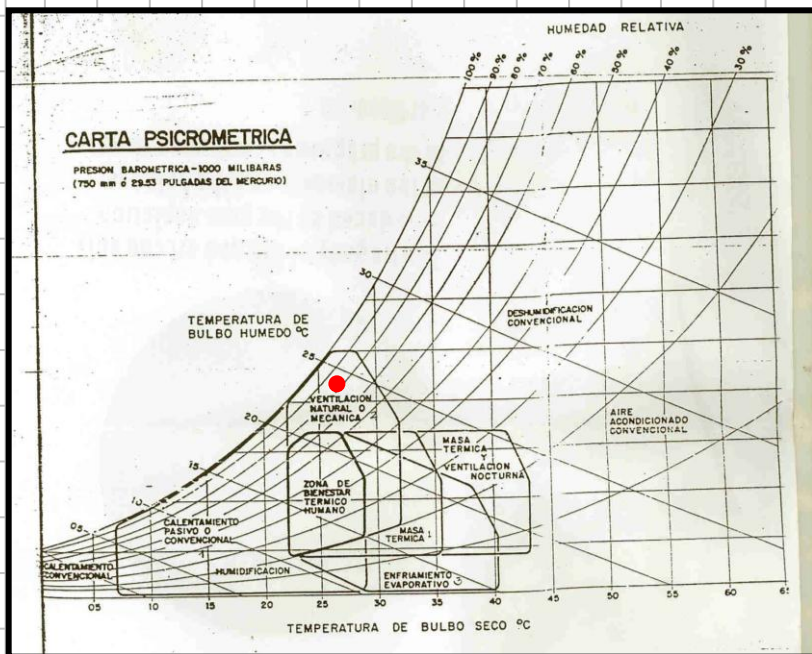


DIAGRAMA 1



**Fig. 1.11**

### Carta Psicrométrica

Carta psicrométrica con estrategias bioclimáticas pasivas planteadas por el Dr. Givoni, donde se ubican las condiciones de TBS, TBH y HR del puerto de Veracruz.



**Condición climática del Puerto de Veracruz**

Vemos como estamos inmersos en sistemas complejos autónomos, pero con gran potencial de interrelación, así pues, el sistema bioarquitectónico entendido como lo bioclimático, en sistema biónico, como el inspirador de pautas y parámetros de diseño y el sistema climático como un gran contenedor de muestra producción arquitectónica, (Fig. 1.11) nos permiten delimitar una búsqueda en los procesos de enseñanza – aprendizaje como parte de un método de adiciones, donde da la apertura a otras variables del quehacer arquitectónico, pero se enfatiza su fundamentación creativa en su plataforma teórica – científica de la fenomenología de la arquitectura, la biónica y el bioclimatismo. \*

Esto que de inicio suena complejo, y lo es, lo podemos llevar a un entendimiento llano y sistemático si se canaliza y se construye el conocimiento a partir de vivenciar experiencias vía el aprendizaje significativo, con gran potencial científico y el nivel de respuesta de productos arquitectónicos con actos bioclimáticos desde el momento de la gestión de ideas, su conceptualización y su síntesis de interpretación.

\* Ver diagrama operativo, sección 5.7



Como parte del proceso es importante partir del gran valor de vivenciar los hechos, didácticamente el constructivismo nos permite ir en pro de esas experiencias significativas, donde se observa sí primero, en el área bioclimática se valora lo biónico como la gran ciencia inspiradora de lo natural hacia el diseño, que da pauta a la experimentación la cual nos permite ver, tocar, sentir, etc., en una palabra vivenciar los fenómenos.

Se plantea en este capítulo la teoría del Doctor Joel Olivares sobre los modelos iconográficos donde en lo particular se ha relacionado hacia la experimentación bioclimática, se plantea cómo sí es factible potenciar el hecho del aprendizaje significativo con aspectos creativos de la experimentación y con ello dar la pauta de desarrollar modelos explicativos que retoman lo pasivo como sistema de climatización experimental, a su vez activa lo creativo como formación académica.

## 2.1 CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DESDE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.



**Fig. 2.1**

El laboratorio bioclimático permite acercar al alumno a vivenciar los fenómenos físicos y por lo tanto hacer significativo el aprendizaje.

El aprendizaje es un proceso de desarrollo de estructuras significativas. Se identifica con “conocer” definido como “comprensión del significado”. De ahí que cuando existe una vacilación o duda en el aprendizaje no se ha comprendido plenamente.

La formación y desarrollo de la estructura cognitiva depende del modo como percibe una persona los aspectos psicológicos del mundo personal, físico y social. Las motivaciones, incluso, dependen de la “estructura cognitiva” y el cambio de motivación implica un cambio de esta “estructura cognitiva”. Por medio del aprendizaje, se producen los cambios de comprensión interna de la situación y su significado. Los cambios que se producen en la estructura cognitiva provienen por el cambio de la misma estructura y por la fuerza que tienen en el “aquí” y “ahora” las necesidades, motivaciones, deseos, tensiones, aspiraciones. (Fig. 2.1)

Aquí, nos fijamos en la orientación del aprendizaje que supone la génesis de nuevos conceptos interiorizados; nuevas actitudes mentales para analizar y solucionar problemas.

Las nuevas estructuras y actitudes, desaprobadas por la asimilación, reflexión e interiorización, permiten valorar y profundizar las distintas situaciones vitales en los que se tiene que tomar una opción personal. Existe, pues, un proceso reflexivo, ya que se trata de una incorporación consciente y responsable de los hechos, conceptos, situaciones, experiencias, que implica aceptar el aprendizaje desde la perspectiva del alumno y relacionarlo con ámbitos específicos. Por tanto, se trata de un aprendizaje para desarrollar la actitud crítica y la capacidad de toma de decisiones. Estas dos características definen el proceso de aprender a aprender, y aprender a comprender.



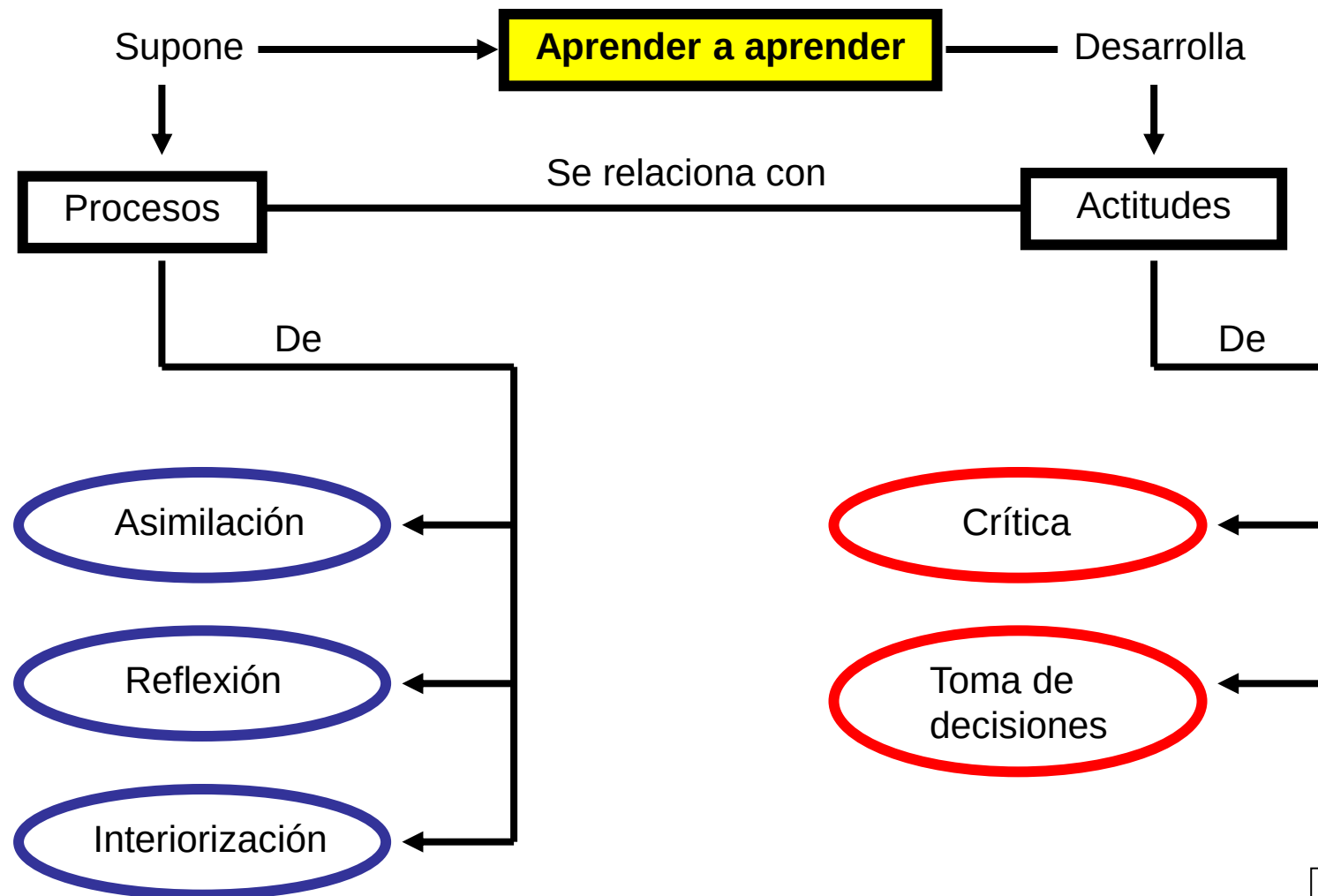
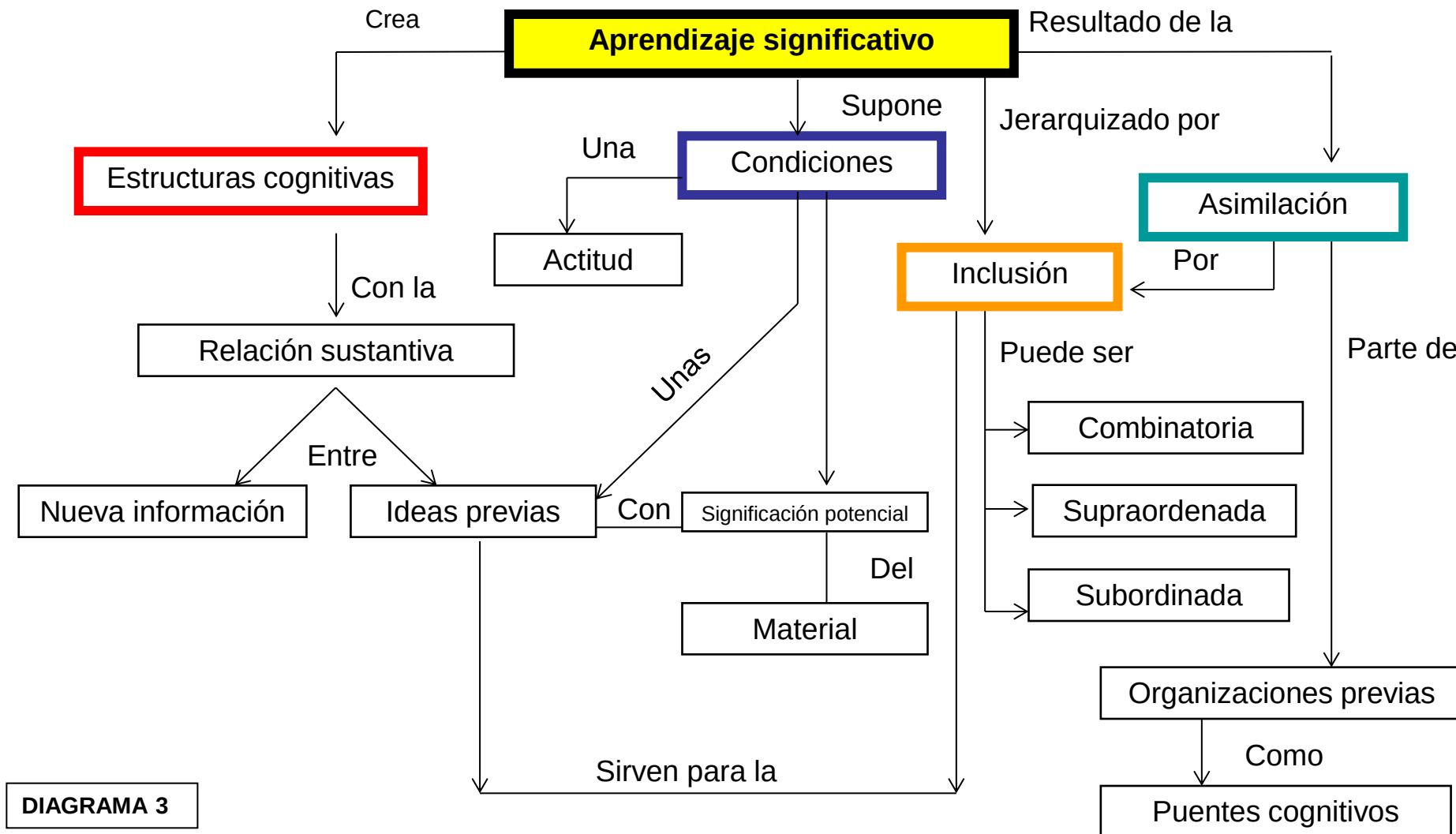


DIAGRAMA 2



El aprendizaje significativo es más eficaz que el memorístico:

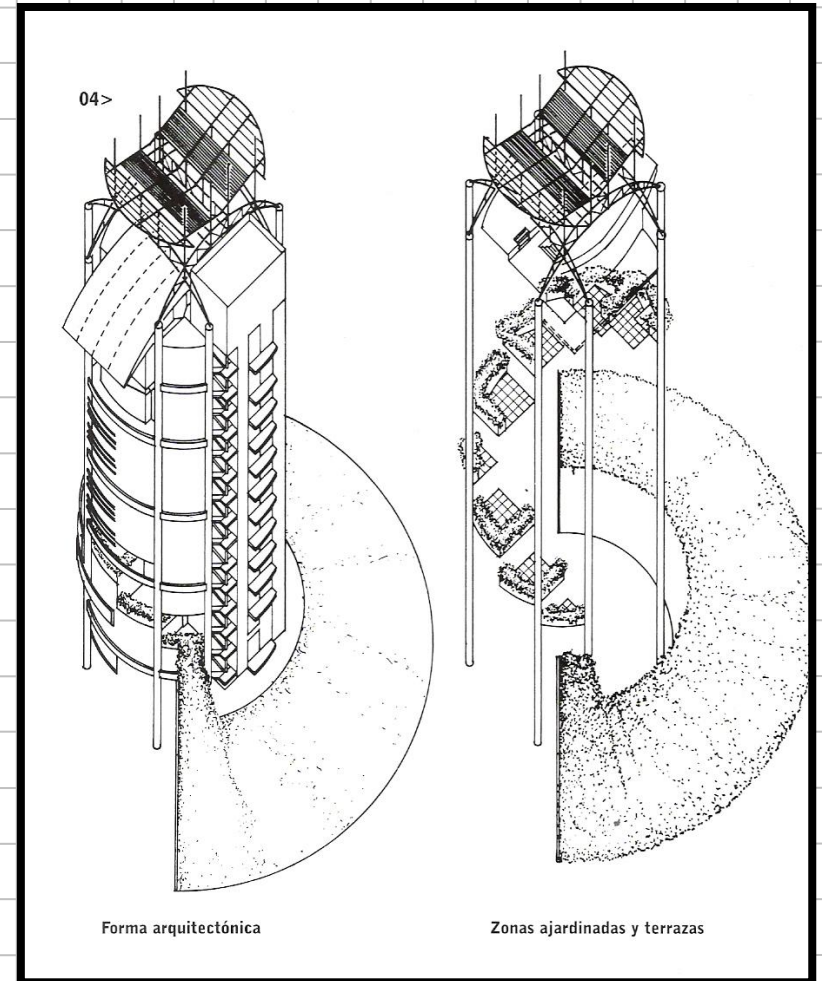
- Porque le afecta en sus tres principales fases: adquisición, retención y recuperación.
- El enfoque significativo de un material potencialmente significativo hace la adquisición más fácil y más rápida que en el caso de un enfoque repetitivo.
- La adquisición significativa es más fácil porque fundamentalmente implica la utilización de estructuras y elementos previamente adquiridos, que funcionan como anclas, respecto al nuevo material, por semejanza y contraste.
- Es más fácilmente retenido durante un período más largo.

La clave del aprendizaje significativo está en relacionar el nuevo material con las ideas ya existentes en la estructura cognitiva, por consiguiente, la eficacia de este aprendizaje está en función de su significatividad, no de las técnicas memorísticas.

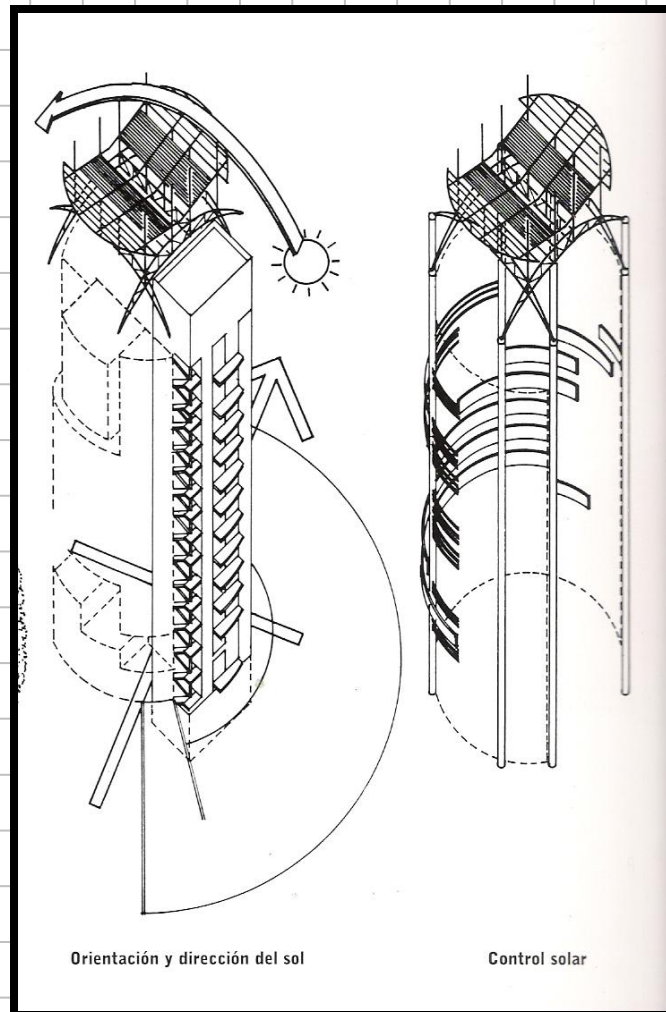
Para ello, los pre-requisitos básicos son:

- a) Que el material sea potencialmente significativo, es decir, que permita establecer una relación sustantiva con conocimientos e ideas ya existentes.
- b) La tendencia del alumno al aprendizaje significativo, es decir, una disposición en el alumno que indica interés por dedicarse a un aprendizaje en el que intenta dar un sentido a lo que aprende.

Es aquí donde el marco biónico da punto de partida a la fase que indica el inciso (a) en el campo bioclimático y la experimentación (ver modelos iconográficos) la de sistematizar su análisis e interpretación hacia el producto de diseño. (Ver sección 1.4 y 2.2).



**Fig. 2.2**



**Fig. 2.3**

### **Torre Menara Mesiniaga**

Aspecto del edificio en sus diferentes sistemas de envolventes, en un proceso escalado.

Resumiendo, pues, el aprendizaje significativo presupone tres condiciones para que se produzca:

- 1.- Los nuevos materiales o información a aprender deben ser potencialmente significativos, para poder ser relacionados con las ideas relevantes (inclusoras); que posee el alumno.
- 2.- La estructura cognitiva previa del alumno debe poseer las necesarias ideas relevantes (inclusoras) para que pueda relacionarse con los nuevos conocimientos.
- 3.- El alumno debe tener disposición significativa hacia el aprendizaje lo cual exige una actitud activa.

La manera de llevarse a cabo esta comprensión de significados en un perfil de alumnos (arquitectura) donde la creatividad y la subjetividad toma un papel fundamental y por lo tanto difícil de valorar, es logable a través de darle al método científico un enfoque sintético \* donde se manipula el proceso en sí, pero el atributo creativo se mantiene como parte esencial de acercarse al conocimiento. Procurarán con ello, el poder controlar, como objetivo final de un proceso de diseño arquitectónico bioclimático, la fusión de los fenómenos físicos, los conceptos de la teoría de la forma o del diseño en sí en un producto de lectura única que hable de objetos arquitectónicos “vivos” como respuesta a lo bioclimático o bio-diseño. (Fig. 2.2 y 2.3)

\* Ver sección 2.2

## 2.2 TEORÍA DE LOS MODELOS ICONOGRÁFICOS

El tema de los Modelos iconográficos tiene su sentido ontológico-léxico como un significado compuesto, está formado por el término icono que tiene su origen en la definición relativa al Arte, la Representación devota de pincel, o de relieve, usada en las iglesias orientales. Se aplica en particular a las tablas pintadas con técnica bizantina. Es el signo que mantiene una relación de semejanza con el objeto representado. El icono es por tanto un modelo de imagen que describe una idea, una forma o un fenómeno y es la base de la comunicación visual. Los iconos pueden ser físicamente presentados no únicamente como imágenes bidimensionales; como bocetos, dibujos a escala o maquetas escaladas realizadas en cartón o cualquier material que permita la representación icónica del objeto o fenómeno, también pueden ser simuladores, en este caso el icono expresa una representación tridimensional a escala y en proporción. En el caso del boceto y el dibujo es una imagen sugestiva alejada de la realidad pero que por su composición organizativa de las formas, la intensidad de claros y oscuros composición gráfica de altos contrastes y las leyes o principios de la Gestalt nos hace percibir dada nuestra experiencia o cultural una realidad que puede ser inexistente.

En cambio un modelo icónico tridimensional es más fuerte en cuanto a la transmisión de su significado debido a su escala y a su tridimensional, no solo lo vemos, también lo podemos tocar y recorrer en espacio-tiempo, este valor asume una condición de cuarta dimensión<sup>4</sup> y tiene mayor impresión en el observador. En segundo término el significado gráfico que es lo relativo a la escritura y a la imprenta [...] lo que se representa por medio de figuras o signos o el modo de hablar que expone las cosas con la misma claridad que si estuviese dibujada [...] ARTES GRÁFICAS...es el conjunto de técnicas relacionados con la imprenta, como composición, ajuste, maquetación, grabado, impresión, encuadernación.

Si bien la iconografía es el arte de describir imágenes, cuadros o monumentos, o tratados eruditos descriptivos, colección de imágenes o retratos, el termino Modelos Iconográficos es de facto una reinterpretación acuñada por del Dr. Joel Olivares Ruiz, quien dentro de su experiencia académica ha desarrollado toda una teoría referente a la aportación formativa y el impacto que tiene el uso de esta metodología de enseñanza-aprendizaje para el diseño y la investigación, puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo de los materiales, las formas, las estructuras y los fenómenos inherentes a las disciplinas de diseño gráfico, diseño industrial y arquitectura.

Bruno Munari, en: ¿Cómo nacen los objetos?, plantea:...los modelos cumplen diferentes funciones: por ejemplo, hacen una demostración práctica de pruebas de materiales; o bien presentar un pormenor manipulable que permita apreciar el funcionamiento de una conexión, de una articulación o de un acoplamiento. Los modelos son demostrativos y permiten ver a escala la disposición arquitectónica de una pieza o la ambientación de un edificio en su terreno. También pueden considerarse las siluetas a escala natural [...] Los modelos -explica Munari- pueden ser contruidos con muchos materiales, desde cartón hasta materiales plásticos. Un modelo por tanto es un ejemplo ideal de imagen que representa un objeto, una forma, una estructura, un material o un fenómeno de manera simulada, es decir no es la realidad, sino algo que la representa, por lo tanto un modelo iconográfico es un simulador que permite la observación del objeto de estudio, es expresamente vivencial y alude al aprendizaje significativo que puede lograr un alumno o individuo en su oficio. Munari expresa la importancia de los modelos, ya que estos tienen su utilidad en cuanto funcionan como parte del proceso en la adquisición del conocimiento, debido a su sentido práctico que permite ver aquello que no es fácil entender o imaginar<sup>5</sup>.



Los Modelos se deben observar y construir a partir de las constantes inherentes a su naturaleza así como a las variables que se quieren manipular, conocer u observar del objeto, de la idea o del fenómeno. Un modelo no se construye solo a partir de la subjetividad del experimentador, sino además, a partir de la objetividad de las intenciones de investigación pretendidas, por lo tanto su construcción, observación, análisis y manipulación debe ser planteada de forma objetiva, por tanto es importante establecer una metodología en la generación de los modelos iconográficos que a su vez sirva para realizar la evaluación de su funcionamiento. Esta metodología consiste en el diseño de fichas que permitan obtener esta objetividad.

Para la realización de un modelo iconográfico llevará a cabo un proceso controlado y un seguimiento cuidadoso que permitirá analizar los resultados. Por lo que deberán analizarse los siguientes aspectos:

- 1) Nombre del objeto, fenómeno o idea a observar.
- 2) Nombre del autor o autores y la corresponsabilidad que tienen con la esencia de la investigación.
- 3) Nombre del productor o productores; fabricante o ejecutor.

4) Establecimiento de la escala, y la proporción, peso, y otros factores de medición en relación con la expresión de la realidad, así como dimensiones de construcción.

5) El establecimiento de los materiales y los elementos apropiados que se usan en la ejecución del modelo.

6) El uso de las técnicas para la realización de los componentes y evaluación de las mismas en relación a los resultados obtenidos.

7) Costo. Análisis de costo como indicador del valor costo-beneficio del modelo, es decir, a su utilidad declarada.

8) Frecuencia de uso, forma de uso y embalaje, espacio donde se va a utilizar.

9) Su funcionamiento. Validar el nivel y alcance de funcionamiento del modelo, sus posibles mejoras, aplicaciones y análisis de otras variables.

10) Mecanismo de funcionamiento. Si es fácil o es complejo, si hace ruido, es pesado o complicado su uso.

11) Facilidad de mantenimiento y tiempo de vida útil.

12) Ergonomía. La facilidad de uso en cuanto a: manejabilidad, agarre, empuñadura, peso, esfuerzo de utilización, puntos peligrosos en su uso o riesgos, cansancio en su utilización, en su frecuencia o en tiempo de uso.

13) Acabados. Pintura, resistencia a golpes, roces, resistencia al fuego, o contaminantes, textura en las partes de empuñaduras o agarres, el tipo de tornillos o de fijación, juntas, articulaciones.

- 14) Estética. Aplicación de conceptos y elementos compositivos en el modelo.
- 15) Valor o aportaciones de tipo técnico, investigativo, social o cultural.
- 16) Antecedentes del modelo o de modelos similares para observar su evolución y establecer confianza en el modelo propuesto.
- 17) Su reproducción artesanal o en serie, la implementación tecnológica para un mercado específico.
- 18) Conclusiones generales del modelo iconográfico.

#### **El modelo iconográfico y la relación con el sujeto experimentador:**

Los modelos iconográficos han sido desde el Renacimiento claramente uno de los recursos esenciales en la comprensión de los conceptos; fenómenos físicos e ideas complejas. Leonado da Vinci es para muchas personas el prototipo de hombre del renacimiento, de hombre que cultivó el arte, el pensamiento, la ciencia y la tecnología. Desde nuestro particular punto de vista fue un experimentador conceptual nato que utilizó los modelos iconográficos, aunque desde luego en su momento histórico este término no se tenía concebido como lo planteamos en este documento. Pero si analizamos sus dibujos, sus simuladores y modelos experimentales, entonces podemos reconocer que estos recursos tenían la misma intención pragmática de explorar ideas, que de manera literal, eran prácticamente indescifrables.

Leonardo aspiraba al conocimiento total, globalizante, pero no aspiraba a llegar a él por el camino del estudio de la revelación, como los escolásticos y los teólogos de los siglos precedentes, ni tampoco por el del razonamiento intelectual que bebe exclusivamente del saber de los autores anteriores. No fue escolástico ni se confió a ciegas a la autoridad de los autores clásicos, como hicieron muchos hombres del Renacimiento. Él mismo se definía como un "uomo senza lettere", porque, efectivamente, era iletrado. Ignoraba el latín. Su educación había sido otra: de niño le enseñaron simplemente a leer y escribir y a echar cuentas. Pero el latín, única vía de acceso en esos momentos a los estudios humanistas, lo aprendió, y por sus propios medios, siendo ya un hombre maduro; y lo mismo le ocurrió con las matemáticas, que estudió tarde, cuando las encontró necesarias para seguir avanzando. Sólo admitía como verdaderos métodos científicos la observación de la naturaleza y la experimentación. El conocimiento de los escritores antiguos tenía su utilidad como base, pero no como objetivo final<sup>6</sup>.



**Fig. 2.4**

Dibujo de L. da Vinci de un modelo iconográfico para un carro de combate.

Da Vinci fue un gran conceptualizador, analista de los fenómenos cualquiera que estos fuesen, por su condición pragmática antiacadémica que buscaba las razones de los fenómenos, las formas y las ideas mas allá de los modelos preestablecidos, requería de la creación de modelos simuladores que le permitieran observar el fenómeno.

Leonardo da Vinci comprendió y utilizó el auténtico método experimental un siglo antes de que Francis Bacon filosofase sobre él, y antes de que Galileo lo pusiese en práctica. Leonardo no escribió tratados metodológicos, pero en sus cuadernos de apuntes nos dejó esparcidas sus ideas. Dice que las matemáticas, la geometría y la aritmética, pueden llegar a la certeza absoluta dentro de su propio ámbito, pues manejan conceptos mentales ideales de valor universal. En cambio, la verdadera ciencia (refiriéndose a las ciencias empíricas), se basa en la observación; si pudiera aplicarse a ella el razonamiento matemático podría lograrse mayor grado de certeza, siendo hoy en día, uno de los pasos fundamentales del método científico. "No hay certeza en la ciencia si no se puede aplicar una de las ciencias matemáticas"<sup>7</sup>.

Si bien Leonardo Da Vinci acudió a la experimentación práctica, a la observación directa de los fenómenos para comprenderlos, en el marco conceptual de los modelos iconográficos (connotación actual de la observación de los fenómenos), el espíritu de da Vinci se encuentra esta metodología de investigación y está relacionada con el conocimiento y las necesidades de la sociedad y la cultura en que vivimos, así como con los aspectos o fenómenos que rigen nuestras vidas ante los cuales tenemos que adoptar una actitud prospectiva. Los modelos iconográficos nos permiten reconocer de manera anticipada los acontecimientos físicos e ideas, esto nos permite a la vez vislumbrar resultados que tenderemos que aceptar o rechazar de antemano. Por lo tanto el sujeto investigador, generador de modelos experimentales, es el mediador entre el universo con todas sus posibilidades y la sociedad que puede aprovechar el método experimental para elevar su calidad de vida. Si bien, los modelos iconográficos son objetos y tienen su origen esencial como modelos de exploración en el área del diseño industrial, se insertan en la esfera fenoménica que rodea al individuo en el espacio o en el tiempo. En la exploración arquitectónica es esencial su utilización.... no basta ya con reducir el entorno al espacio geométrico descrito en un mapa o una imagen; debemos verlo como un sistema espaciotemporal (Moles; 1989; p.12).

Los modelos en el diseño y la arquitectura son una prolongación del acto humano de pensar o idear soluciones, de reconocer conceptos por medio de instrumentos que se insertan en la praxis para superar las barreras entre la ideación y la realidad. Es la prolongación de la idea a la acción, el modelo se convierte en el intermediario del mensaje y su comprobación fenoménica para ya comprendido, pasar posteriormente a desarrollar el proceso creativo, que consiste finalmente en la conformación e ideación de un objeto ergonómico diseñado para solucionar un problema específico. Los modelos son mediadores entre el hombre creativo y la realidad social. (Moles; 1989, p.11-13)

El diseño de un modelo iconográfico depende de los actos, el algoritmo<sup>8</sup> estructuralista descompondrá en una serie de praxemas<sup>9</sup> orientados a un fin, del mundo natural o el artificial, el modelo consiste en un sistema de acción-reacción totalmente acorde con las hipótesis o supuestos de la investigación anticipadamente delimitada<sup>10</sup>.

Si bien un modelo iconográfico es por ende un objeto; entonces cave aquí el planteamiento de las funciones del objeto planteado por Abraham A. Moles:

Para dar cuenta de las funciones del objeto nos vemos obligados a hacer un triple inventario:

- \_ de las situaciones: que enumera y clasifica los entornos psicológicos y sociales preparando una teoría de las necesidades;
- \_ de los actos: preludio de una praxiología<sup>11</sup> estructural;
- \_ de los objetos: que más allá de la simple lista, investigará las leyes estadísticas

El papel fundamental de los modelos iconográficos es en síntesis; el observar y comprender los fenómenos para modificar una situación mediante una acción de diseño, es el mediador entre el entendimiento teórico y la acción práctica.

8. Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite la solución de un problema [...] método y notación de las distintas formas de cálculo.

Regla matemática que al ser aplicada repetidamente produce un resultado cuyo grado de precisión es acorte al numero de aplicaciones.

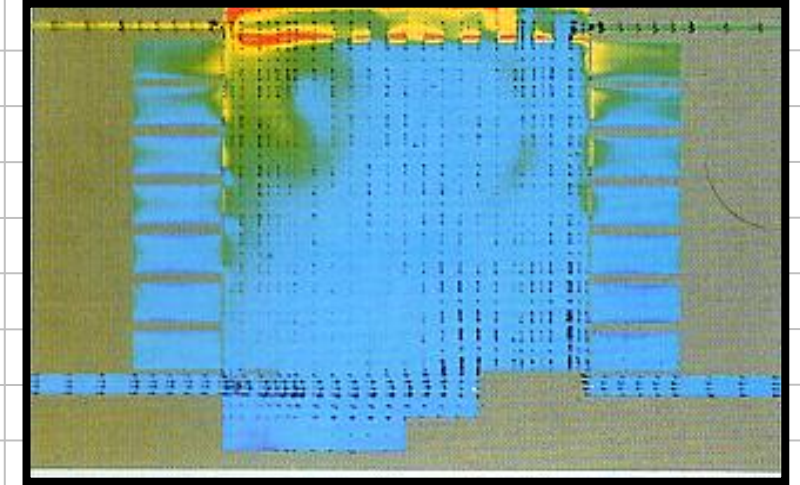
9. Conjunto de acciones prácticas para lograr un fin.

10. Moles A. , Teoría de los objetos / ED. GG / edición 1989.

11. Tratado o estudio de los métodos y las acciones prácticos. La praxis es la práctica en oposición a la teoría o teórica. Desde el vocabulario Marxista es el conjunto de actividades para transformar el mundo.

*“La propuesta del método de modelos iconográficos tiene como objetivo el de enfrentar la iniciación a la investigación como método de aprendizaje (significativo), de los fenómenos que intervienen en la arquitectura (con enfoque al bioclimatismo), entendiendo esta como un objeto habitativo que tiene cualidades y características físicas y materiales como cualquier objeto producido artificialmente por el hombre y que como todos, dan respuesta a los fenómenos del medio ambiente, sean físicos, climáticos o culturales.*

*Los principales objetivos de la ciencia, según Mario Bunge, es la comprobación de los fenómenos, la sistematización metodológica, la conceptualización como proceso de abstracción y la medición cuantitativa y estadística que nos da idea de la extensión y proporción del tema que se trata. (Fig. 2.5). La arquitectura en sí no es una ciencia porque depende de la creatividad del ejecutor, siendo esta un proceso subjetivo y no objetivo. Tal vez entraría en los términos de la psicología, siendo esta una semi-ciencia, dado que aunque pocos utilizan instrumentos de medición para comprobar algunas hipótesis estas no podrán ser jamás generalizadas.*



**Fig. 2.5**

**Programa de simulación de dinámica de fluidos**

Programa de simulación de dinámica de fluidos. La “realidad virtual” de la simulación informática nos permite, observar la distribución específica del aire dentro del edificio.



*Vincular la arquitectura como arte-ciencia o diseño, con características creativas puede resultar una contraposición, sin embargo, para seguir esta hipótesis partimos de dos supuestos:*

- El primero es referente a la creatividad que la establecemos como el proceso cognitivo de elaborar ideas múltiples y alejadas de los esquemas, pero también es una forma de acercarse a un objeto de conocimiento.*
- El segundo supuesto es que para hacer ciencia, no se requiere de laboratorios especializados ni aparatos sofisticados, (como lo demostraron los griegos) sólo basta el razonamiento.*

*La propuesta basada en estos dos supuestos la podemos describir como “los modelos iconográficos como aparatos de cartón. Estos modelos además de superar la dificultad de elaborar una forma tridimensional, nos permite comprobar, primero, si es verdad que comprendemos el fenómeno complejo en sus conceptos esenciales, segundo, si estos funcionan como está previsto en los diagramas y tercero cómo podemos en su escala medirlos y establecer la relación de sus componentes.*

*El primer acercamiento del método iconográfico se da en el planteamiento teórico acerca del método, con la propuesta del “enfoque sintético del método científico”, dicho enfoque plantea que para hacer un análisis se requiere antes que nada la visión de la síntesis, de otra manera aparenta manejar muchos datos comprobables y técnicos, pero no sirve de nada si no se tiene una hipótesis (abducción) “. <sup>12</sup>*

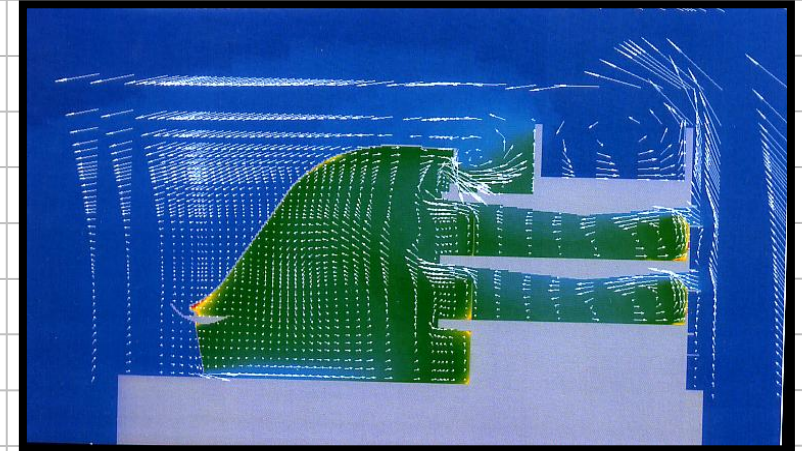
*“Bajo este enfoque la propuesta de los “modelos iconográficos” es una alternativa metodológica dirigida hacia la solución del proceso sintético, que aunque se encuentra fundamentada en la lógica, está focalizada hacia la experimentación creativa como una forma de enfrentar el acceso al conocimiento. (Fig. 2.6)*

*La modelización como acto de aprendizaje requiere aplicar no solo conceptos sino aplicar el proceso constructivo, económico de energía y la abstracción del signo para dejar evidente las características del icono. El enfoque sintético del método científico, se refiere por lo tanto, a cuestionar el desgaste de energía excesiva empleada en la obtención de datos relacionados al tema, a la incapacidad de inferir de los datos, las soluciones de los problemas planteados y la también incapacidad para construir las soluciones como consecuencia del proceso analítico. Esta última la más grave puesto que es la parte fundamental del diseño como disciplina.*

*El modelo iconográfico por lo tanto consiste en una interpretación gráfica de un sistema funcional en su sentido conceptual significativo, donde cualquier objeto se puede reducir a un esquema funcional, como proceso de abstracción.*

*Lo interesante del caso del modelo iconográfico es reducirlo a sus conceptos y hacerlo funcionar eliminando sus características figurativas. Por lo tanto, es reproducir el fenómeno pero determinando su funcionamiento de manera abstracta.*

*Construir modelos conceptuales o iconográficos es una forma de abstraer el objeto como un sistema en su conjunto de partes y observar las relaciones esenciales de las partes para configurar el todo”.*



**Fig. 2.6**

**Predicciones de temperatura y movimientos de las masas de aire**

Gráfico extraído del computational fluid dynamic (CFD). Predicciones de temperatura y movimientos de las masas de aire a través de la sección de un edificio.

### **Procedimiento: Modelos Bioclimáticos:**

- 1.** Definición del fenómeno a estudiar.
- 2.** Reconocimiento de los componentes que integran el fenómeno.
- 3.** Se sintetiza como sistema el fenómeno interrelacionando sus componentes físicos constantes.
- 4.** Se integran sistemas de control, (instrumentación) para su validación.
- 5.** Se somete a prueba en función de tiempo, intensidades, posiciones, materiales para evaluar su eficiencia.
- 6.** Se generan códigos, patrones o arquetipos con aplicabilidad a la arquitectura. \*

Este procedimiento se sintetiza en el diagrama 4, el cual presenta como ejemplo un modelo iconográfico para un aprendizaje significativo. En el diagrama 5 se presentan 7 ejemplos los cuales se explican ampliamente en el siguiente capítulo.

\* Ver sección 3.9 , cédulas de observación y evaluación.

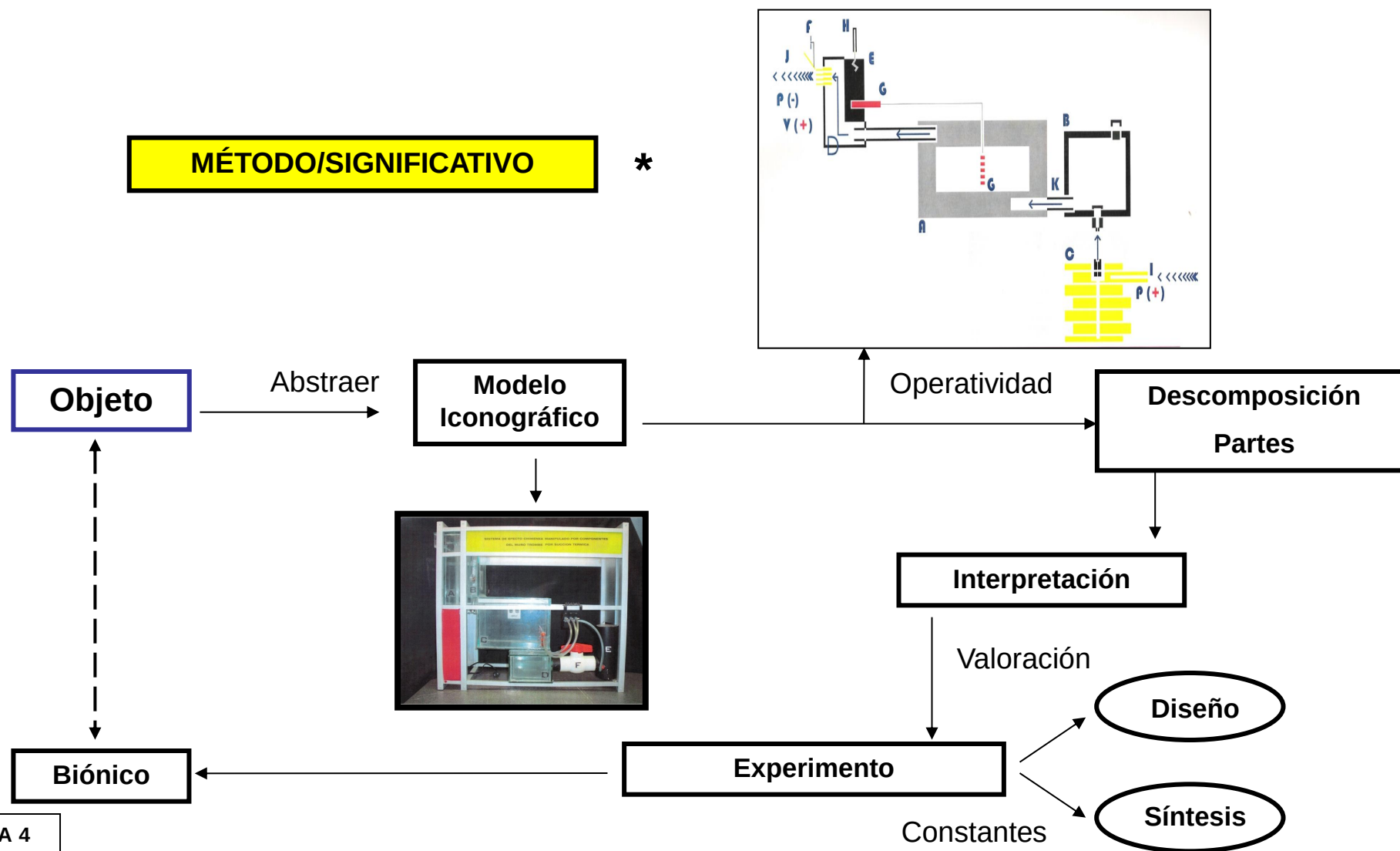


DIAGRAMA 4

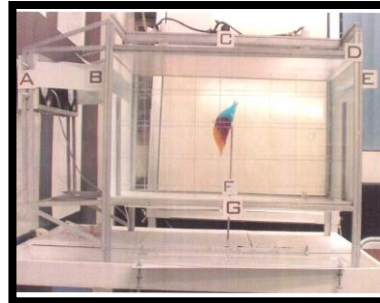
\* Ver Cédula de observación y evaluación. Sección 3.9

**Prototipos de modelos que manipulan la radiación solar y la mecánica de vientos, desarrollados en el programa veraneando con la ciencia 2004.**

Alumnos participantes:

1. Mario Loyo
2. Gabriela Caballero
3. Claudia Lara
- 4 -5. Jesús Cuevas
6. Dehily Segura
7. Juan Rougon

Alumnos del Taller integral y tesistas de licenciatura y maestría de la escuela de arquitectura de la Universidad Cristóbal Colón.



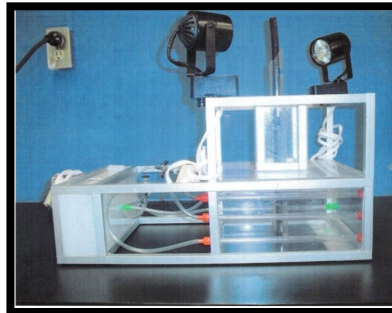
1 SCS / 3.2



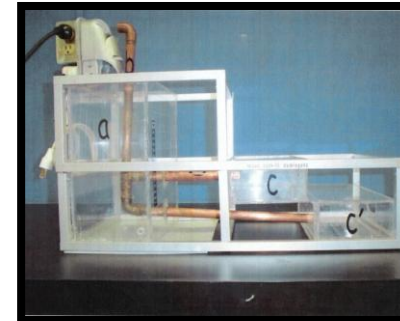
2 SCI / 3.3



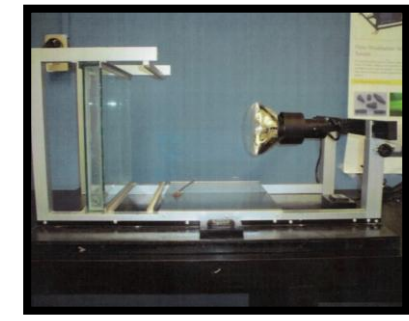
3 SCS / 3.4



4 SGMA / 3.5



5 SVS / 3.6



6 SPR / 3.7



7 SI / 3.8

DIAGRAMA 5

\* Ver capítulo 3 / Sección 3.1 A 3.8

*“ ME LO CONTARON Y LO OLVIDÉ,  
LO VÍ Y LO ENTENDÍ,  
LO HICE Y LO APRENDÍ ”*

*CONFUSIO*

### 3 MODELOS ICONOGRÁFICOS

Enfatizando a los sistemas pasivos de climatización como parte intrínseca del diseño arquitectónico, se desarrollan como práctica docente, modelos experimentales que permitirán, por un lado aislar, evaluar y sistematizar fenómenos de climatización en función de un tiempo de respuesta para valorar el hecho didáctico y el aprendizaje bioclimático en sí. Esto se logra vía una cédula de observación que permite valorar la eficiencia del método. Describimos el fenómeno como sistema, se construye el modelo, se abstrae su forma compositiva (lenguaje) y se manipula el fenómeno.

Se desarrollan siete modelos experimentales que agrupan los sistemas de climatización más conocidos, sin que esto sea una limitante a desarrollar y proponer otros sistemas.

Estos ejemplos enfatizan fenómenos de ventilación inducida, de enfriamiento conductivo, de proyecciones de sombra y de captación directa, los cuales son asociados con casas construidas (ver diagrama operativo 5.8) como parte de validar su aportación en la fase proyectual.

Se complementa con un apartado denominado operatividad de los modelos iconográficos vía otro lenguaje, que es el matemático, que nos permite reconocer constantes, variables y su interacción operacional según las características de contexto a responder.

### 3.1 MODELOS ICONOGRAFICOS DE SISTEMAS DE CONTROL AMBIENTAL

Como parte de comprobar la validez de la propuesta de modelos iconográficos y su repercusión como fomentadores del aprendizaje significativo, en la línea física-bioclimática, se presentan prototipos desarrollados a partir de sistemas pasivos de climatización, describiendo el fenómeno físico básico y el esquema operativo funcional, que nos permite reconocer todos los componentes que integran al sistema y el modelo construido, para ser sometido a la observación y evaluación del fenómeno físico como del hecho cognitivo.

Los sistemas de climatización natural (pasivos) son conjuntos de componentes de un edificio que tienen como función principal mejorar su comportamiento climático.

Actúan sobre los fenómenos radiantes térmicos y de movimiento de aire que se producen naturalmente en la arquitectura. \*

También se les llama sistemas pasivos por el hecho de no utilizar ninguna fuente de energía artificial para su funcionamiento, y son los desarrollados como modelos iconográficos para su comprensión, los cuales, ejemplifican, según su funcionamiento: sistemas captores de la radiación solar, sistemas que aprovechan el efecto de inercia térmica, sistemas que mejoran las condiciones a partir de la ventilación y sistemas de protectores de la arquitectura como exceso de radiación solar.

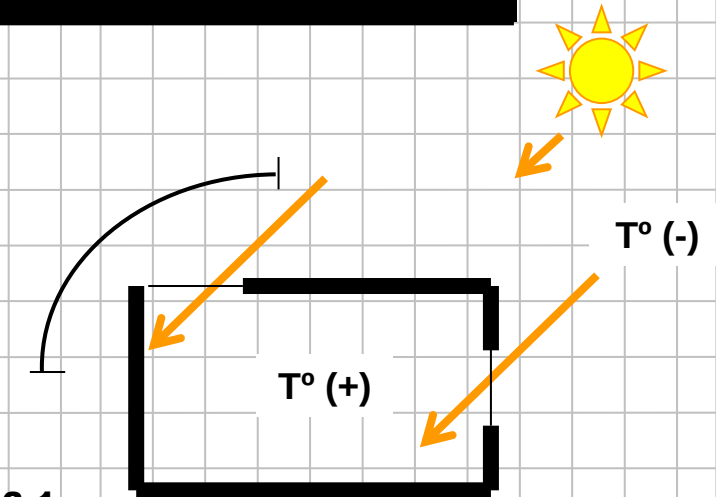
\* SIERRA, FLORES, Joel. “*Arquitectura y energía natural*”, Ed. Alfaomega, México, 2005.



**SCD.- SISTEMAS CAPTORES DIRECTOS:** son aquellos sistemas de climatización natural donde la energía radiante penetra directamente en el ambiente interior que se requiere acondicionar.

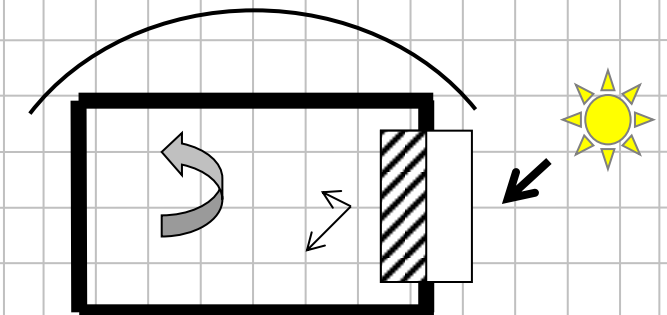
La radiación solar atraviesa superficies transparentes a la radiación de onda corta, como es el caso del vidrio. Una vez que ha penetrado es absorbida por las superficies interiores y las calienta. La energía térmica acumulada se cede al ambiente con retardo y amortiguación, por convección y radiación de onda larga, siendo esta radiación de tipo que atraviesa el vidrio (efecto invernadero). La masa térmica en contacto con la superficie de interior sirven para reducir las oscilaciones de la temperatura del aire. ( Ver 3.2 )

**SCI.- SISTEMAS CAPTORES INDIRECTOS:** son aquellos en las que la captación se hace mediante un elemento acumulador que almacena energía para ceder posteriormente el calor al ambiente interior. La radiación después de atravesar un vidrio, es absorbida y se acumula como calor en un elemento opaco de gran capacidad térmica. Desde este elemento se cede al ambiente interior como radiación de onda larga y por convección superficial y en el proceso se produce un retardo y una amortiguación de la oscilación de temperatura. ( Ver 3.3 )



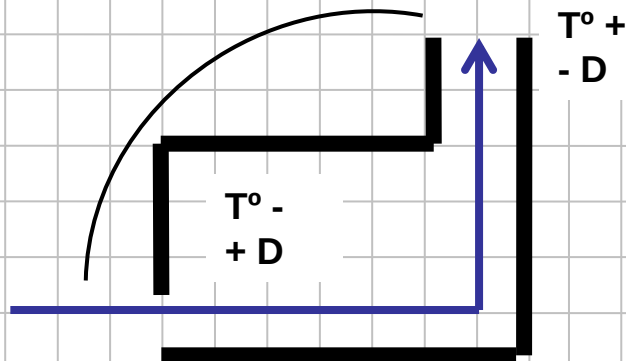
**Fig. 3.1**

**SCD:** Captación directa por superficie vidriada



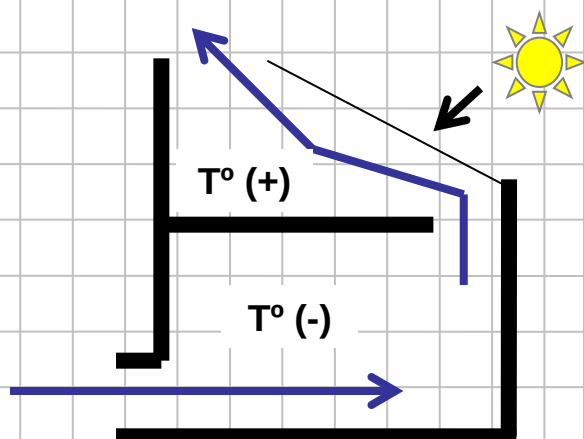
**Fig. 3.2**

**SCI:** Captación indirecta con muro invernadero



**Fig. 3.3**

**SGMA:** Sistema de extracción por ducto vertical



**Fig. 3.4**

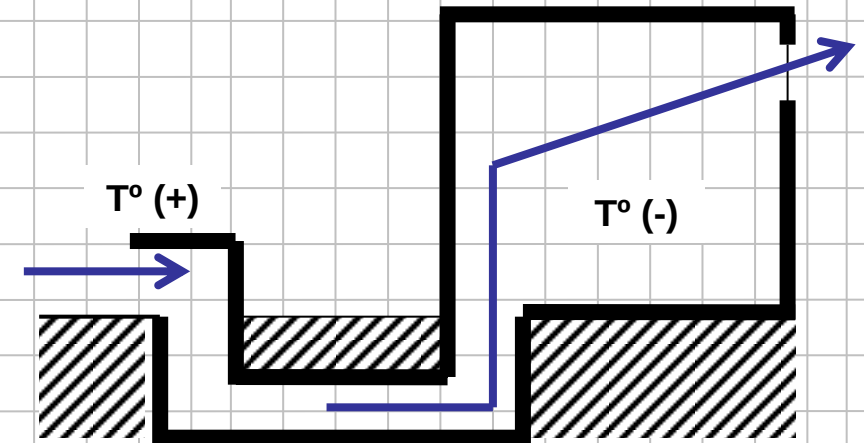
**SCS:** Sistema de extracción por cambio solar

**SGMA.-** SISTEMA GENERADOR DE MOVIMIENTO DE AIRE: el efecto chimenea se produce al crear una extracción de aire por unas aberturas que hay en la parte superior del espacio, conectado a un conducto de extracción vertical. La propia diferencia de densidad del aire, en función de la temperatura, hace que el aire caliente, menos denso, salga por estas aberturas superiores. ( Ver 3.5 )

**SCS.-** SISTEMA DE CÁMARA SOLAR: el funcionamiento de este sistema consiste en calentar el aire que hay dentro de una cámara con un captador de calor obscuro protegido por una cubierta de cristal. Al calentarse el aire y disminuir su densidad, se produce un efecto de succión en las aberturas interiores que están en contacto con el ambiente interior y por lo tanto una extracción del aire interior hacia el exterior. ( Ver 3.4 )

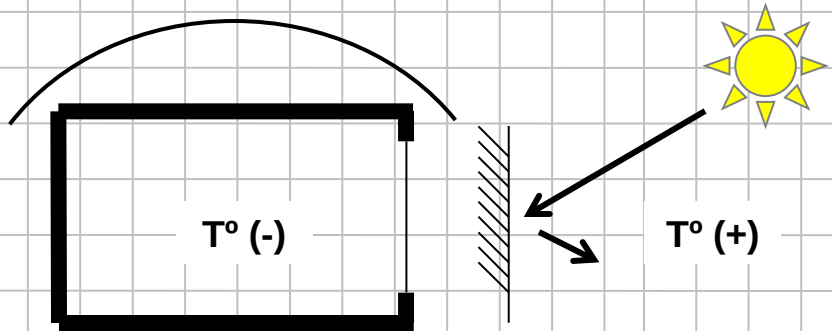
**SVS.-** SISTEMAS DE VENTILACIÓN SUBTERRANEA: es un sistema de tratamiento de aire que consiste en favorecer la entrada de aire que provienen de un conjunto de conductos enterrados.

En la mayoría de los casos, este sistema aprovecha la inercia del terreno para suministrar aire frío en tiempo cálido, mediante el contacto del aire de ventilación con el terreno dentro del sistema de conductos enterrados. Es un sistema adecuado en climas que tengan grandes oscilaciones térmicas. Como la transmisión del calor del aire a la tierra es muy lento, se deben utilizar conductos con recorridos muy largos. Si el aire que tratamos es seco, el rendimiento del sistema puede mejorar si el terreno está mojado, ya que aumenta su transmisión térmica y a la vez puede enfriarse el aire evaporativamente. ( Ver 3.6 )



**Fig. 3.5**

**SVS:** Sistema de ventilación con conductos enterrados.



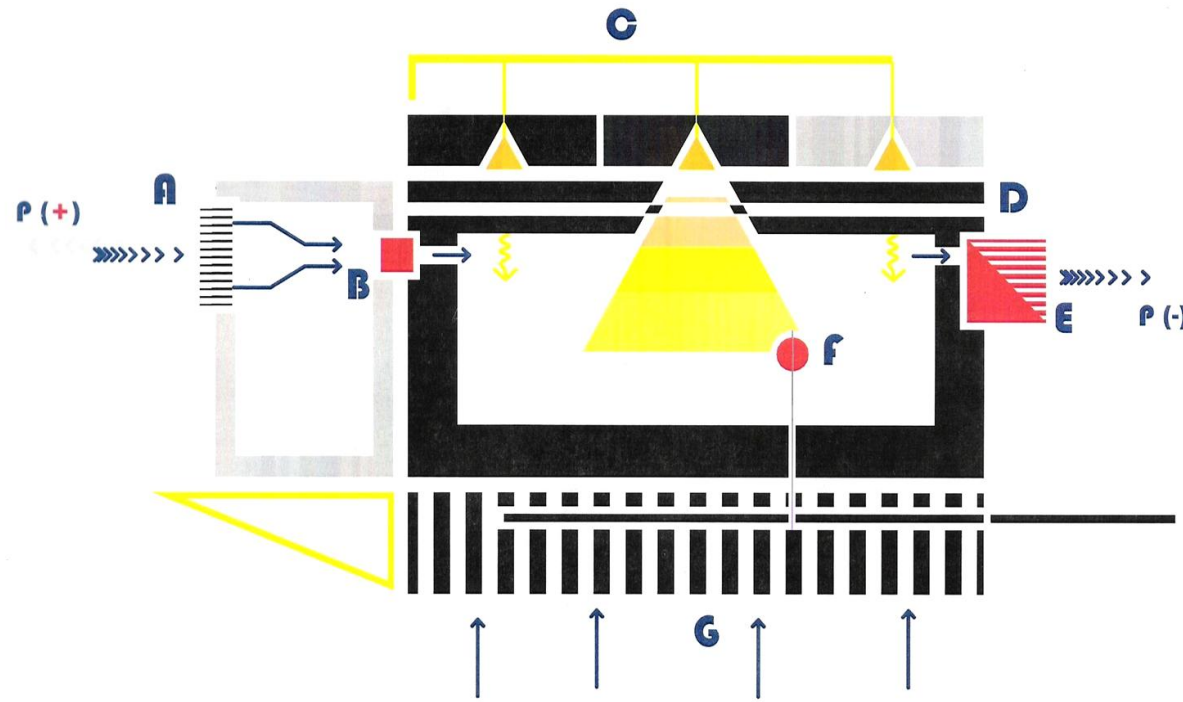
**Fig. 3.6**

**SPR:** Sistema de protección a la radiación solar

**SPR.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN A LA RADIACIÓN:** es colocar parcialmente a la fachada estructuras geométricas que detienen parte de la radiación. Así se crea un espacio sombreado alrededor de la fachada del edificio, que también protege las aberturas. Este tipo de protección solar, que a la vez crea un espacio intermedio, puede estar formado por parteluces, que impiden el paso de la radiación solar directa con su misma geometría, pero dejan pasar el aire y crean una iluminación difusa en los espacios habitables a los que están conectados.

Todos estos tipos de dispositivos, puesto que crean “espacios” en contacto con el edificio, no dejan de formar volúmenes y por lo tanto son parte de la arquitectura misma.

Es por ello que pueden convertirse en componentes arquitectónicos de gran importancia, por el gran impacto visual que acostumbran a representar en el conjunto del edificio. ( Ver 3.7 )



- |                              |                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| A) Entrada de viento         | E) Salida de aire caliente (succión)         |
| B) Dispositivo captador      | F) Instrumento verificador del flujo de aire |
| C) Radiación solar           | G) Dispositivo captador de aire              |
| D) Elemento de control solar |                                              |

Fig. 3.7

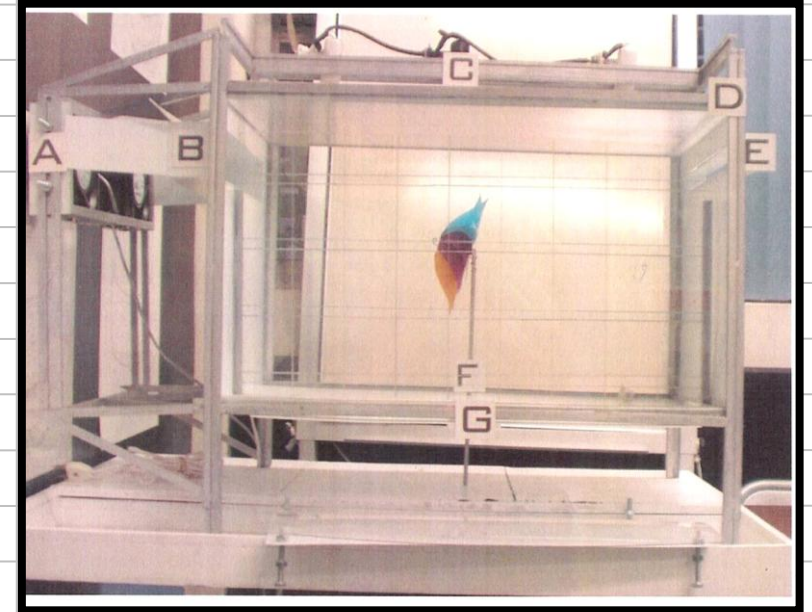
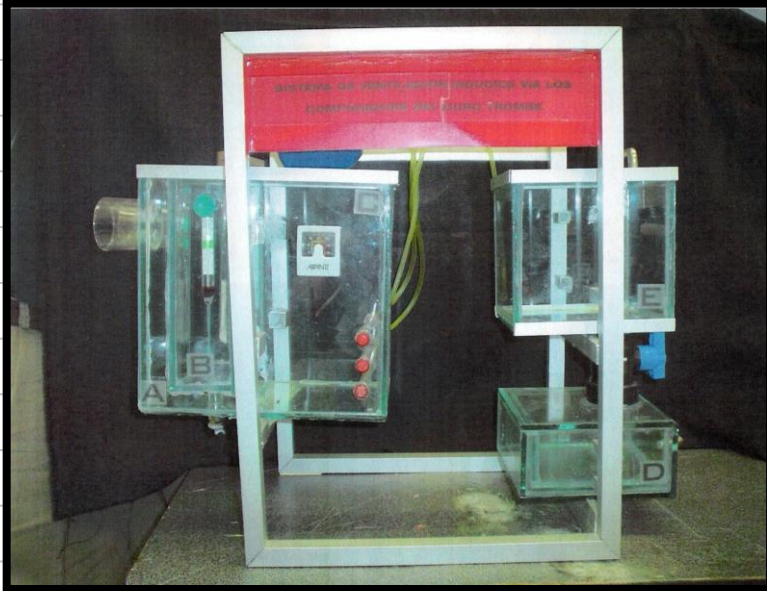


Fig. 3.8

Este modelo responde a las condiciones comunes que se dan en las edificaciones al usar superficies vidriadas en exceso, provocando un sobrecalentamiento y cómo se puede contrarrestar al inducir el movimiento de aire.

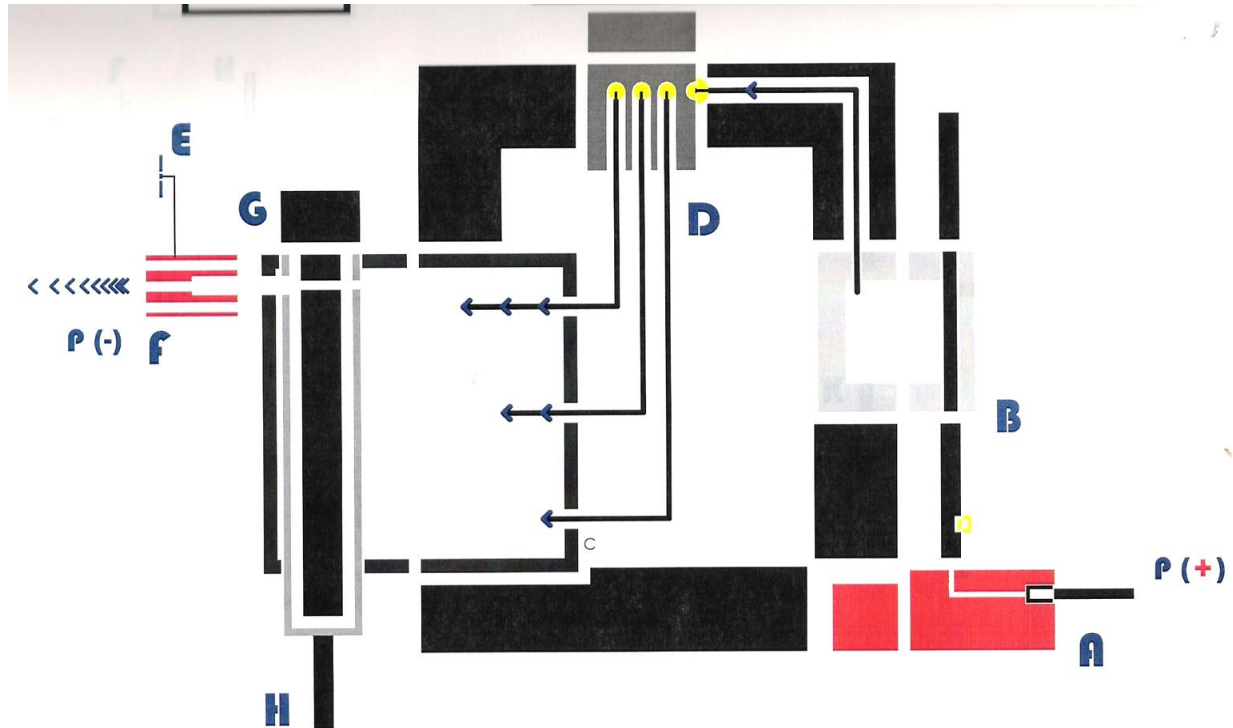
### 3.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUCIDA VÍA LOS COMPONENTES DE MURO TROMBE

SCI



**Fig. 3.9**

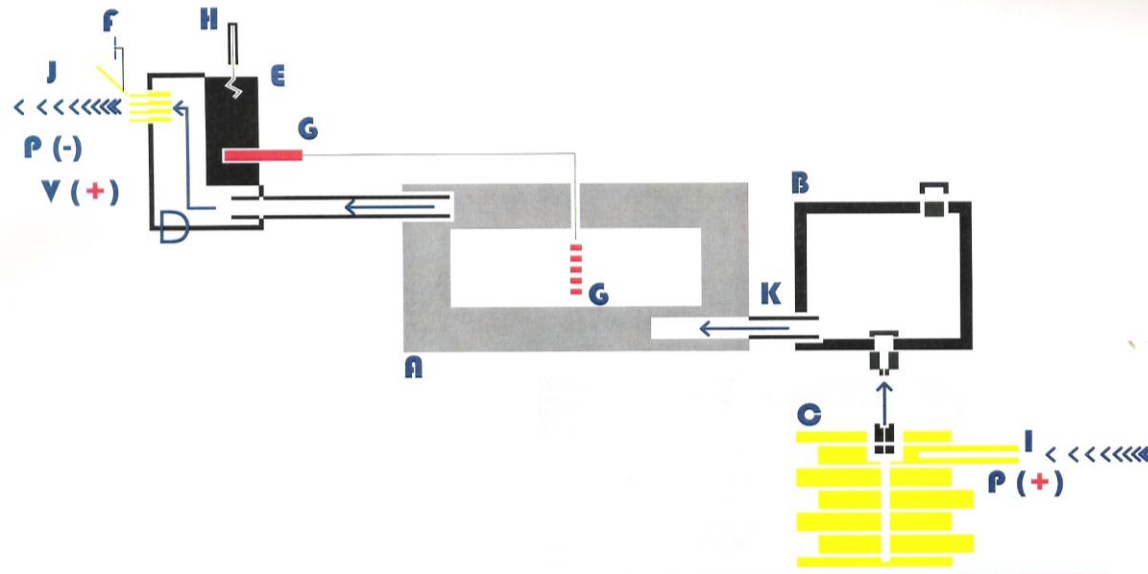
Este modelo retoma los principios de succión térmica de la masa de aire en el interior de un espacio habitable, vía el calentamiento solar, para canalizar viento y aportar enfriamiento convectivo.



- |                                            |                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------|
| A) Depósito de humo dinámico (alimentador) | E) Ventilador                  |
| B) Trampa de humo estático                 | F) Salida de aire caliente     |
| C) Espacio habitable                       | G) Resistencia térmica         |
| D) Válvulas                                | H) Desogre de depósito de agua |

**Fig. 3.10**





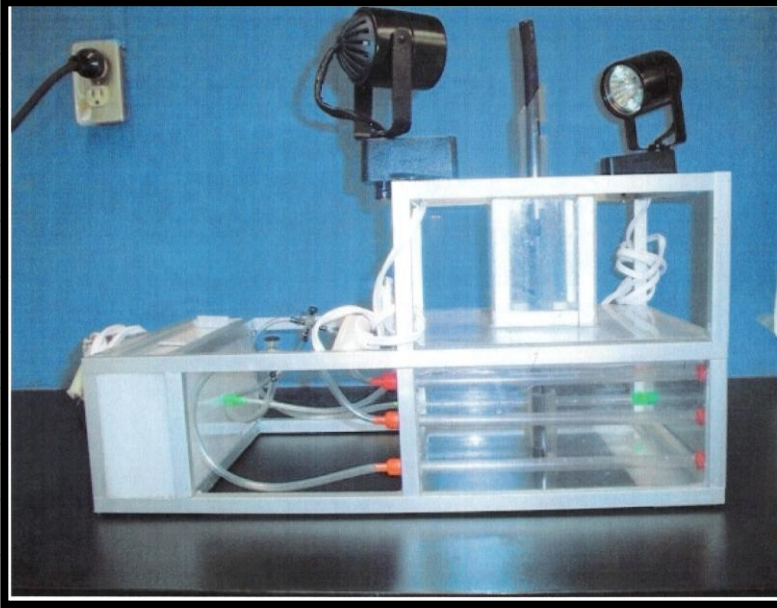
- |                                               |                                                 |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| A) Espacio habitable                          |                                                 |
| B) Depósito de humo estático                  |                                                 |
| C) Depósito de humo dinámico (alimentador)    |                                                 |
| D) Cámara de aire                             |                                                 |
| E) Masa térmica (agua)                        | Succión de aire sin calentamiento (V+)          |
| F) Ventilador                                 | Succión de aire con calentamiento (V-)          |
| G) Termómetro                                 | Velocidad con calentamiento sin masa = (V+)(T-) |
| H) Resistencia térmica                        | Velocidad con calentamiento con masa = (V+)(T-) |
| I) Entrada                                    |                                                 |
| J) Salida                                     |                                                 |
| K) Inyector de humo positivo (fenómeno vacío) |                                                 |

**Fig. 3.11**



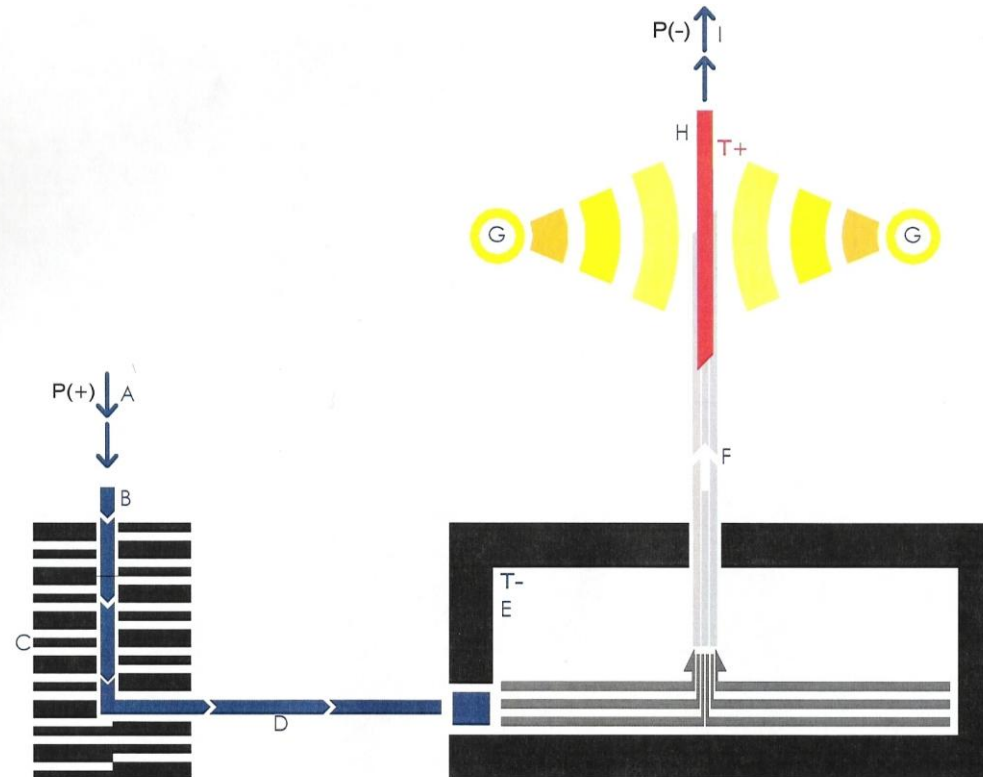
**Fig. 3.12**

El modelo hace ver la importancia de la geometría en función de posiciones, formas y dimensiones de componentes arquitectónicos para aprovechar los gradientes térmicos e inducir movimiento de aire.



**Fig. 3.13**

El modelo enfatiza el movimiento convectivo por gradiente térmico.



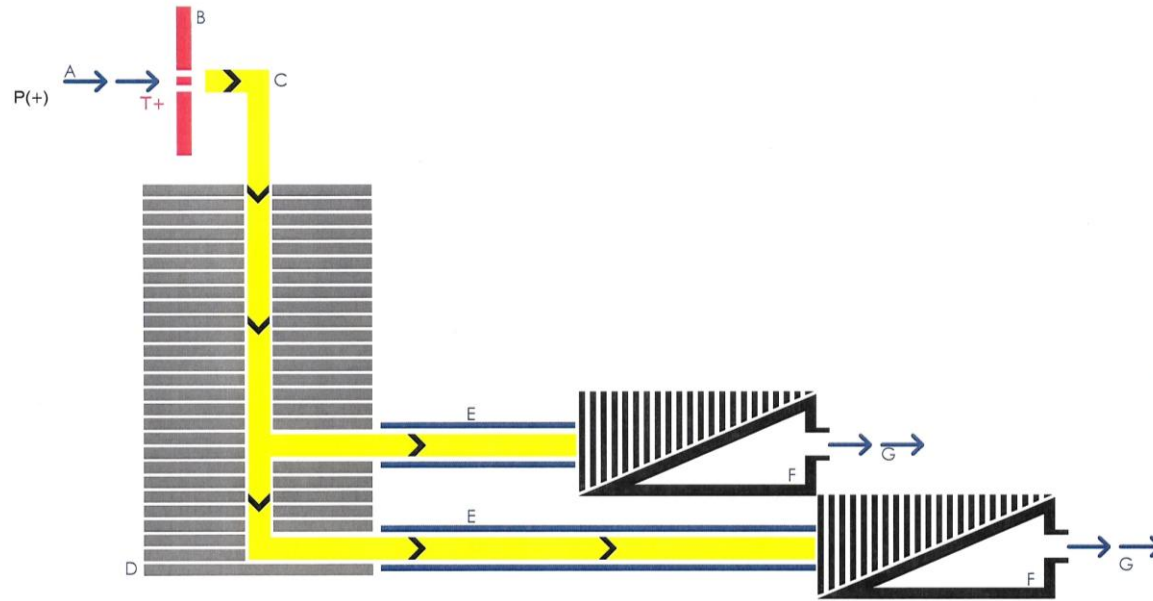
- A) Inyección de aire
- B) Conducto de aire
- C) Masa térmica
- D) Conducto de aire aislado
- E) Espacio habitable

- F) Conducto de aire (funcionamiento por succión)
- G) Fuente térmico- lumínico
- H) Conducto oscuro de calentamiento
- I) Salida de aire caliente

**Fig. 3.14**

\* Ver aplicación en sección 5.4 / 5.6





- |                                                      |                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| A) Inyección de aire                                 | E) Recubrimiento aislante de tubería |
| B) Ventilador-inductor de aire                       | F) Espacio habitable                 |
| C) Tubería de cobre (favorece conductividad térmica) | G) Salida de aire a baja temperatura |
| D) Masa térmica-disipación de temperatura            |                                      |

Fig. 3.15

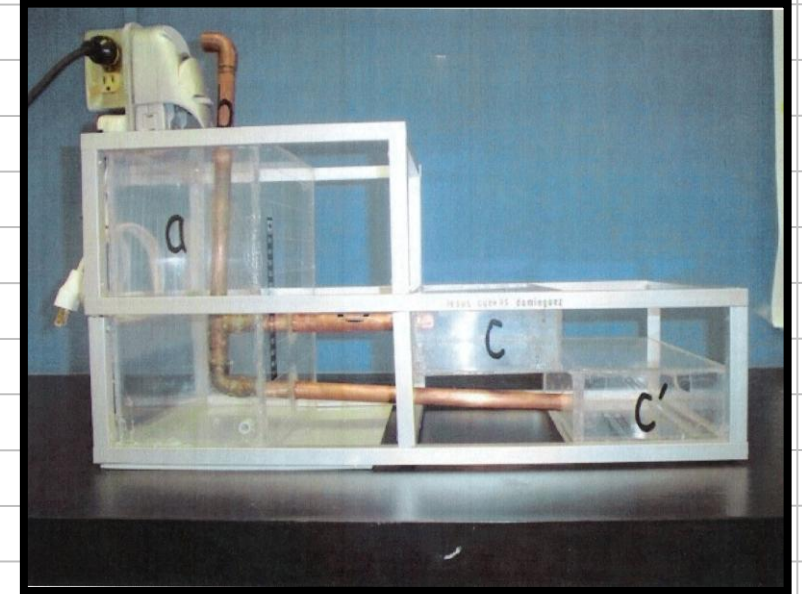
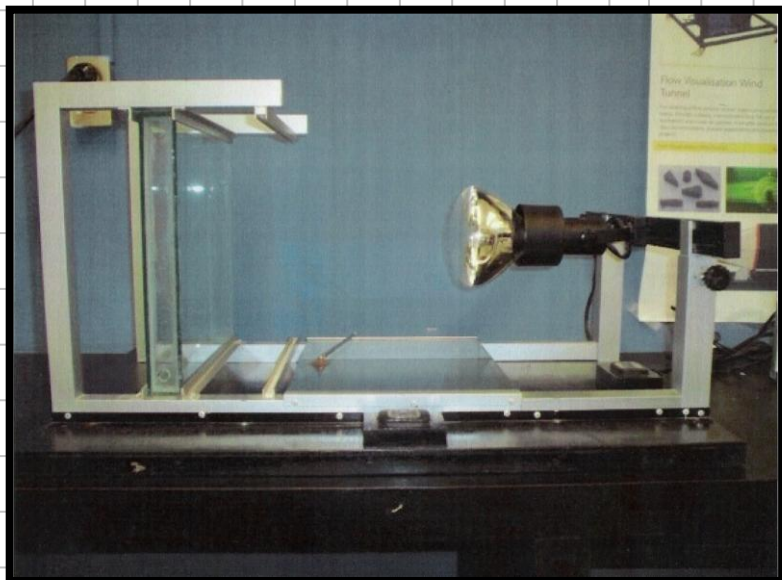


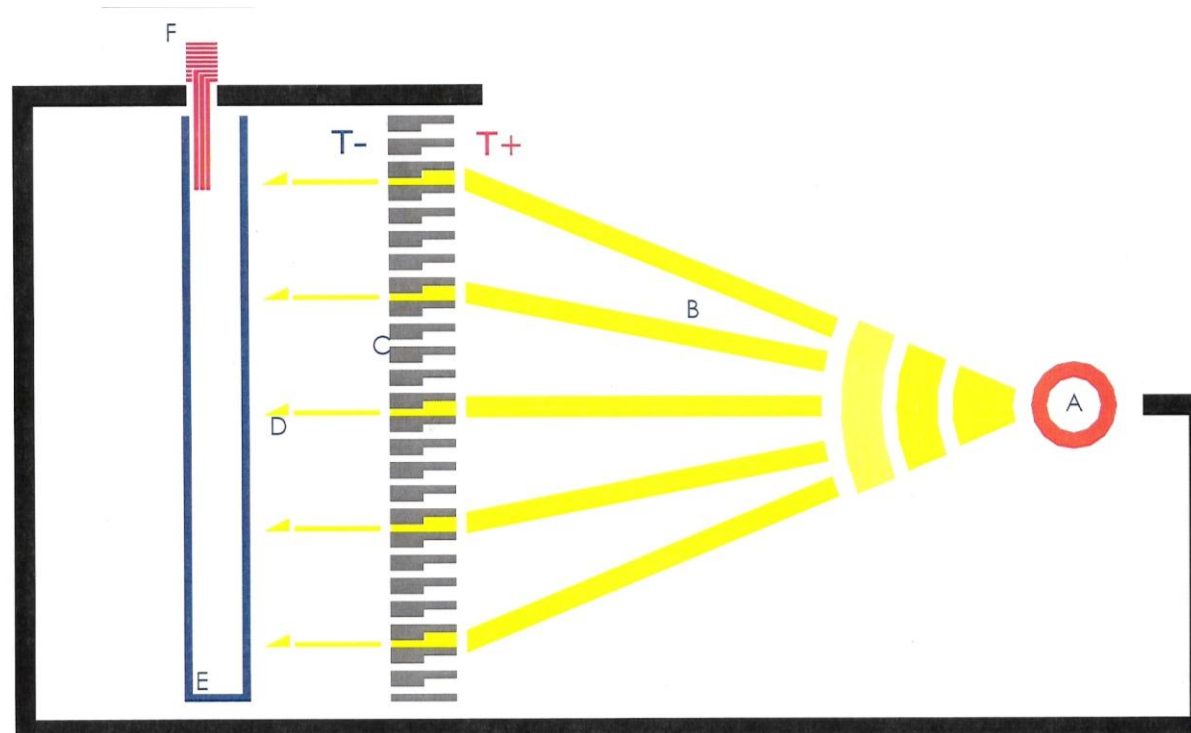
Fig. 3.16

El modelo manipula un sistema de intercambio térmico, al aprovechar el diferencial térmico que se da entre el espacio abierto (exterior) y las condiciones más estables del subsuelo vía la inercia térmica del mismo.



**Fig. 3.17**

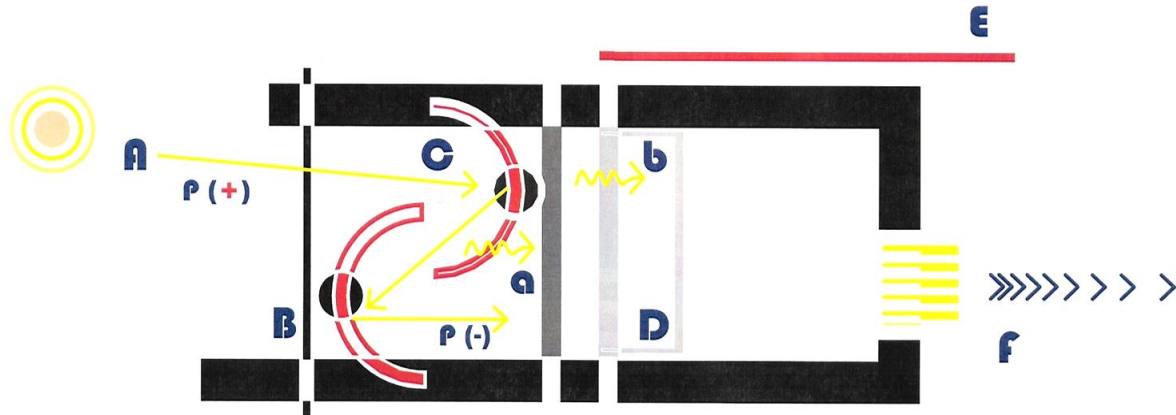
Sistema que permite visualizar la efectividad de las doubles fachadas para bloquear la radiación solar, manipular la luz natural y provocar sistemas de sombra que eviten los sobrecalentamientos interiores.



- A) Fuente de radiación térmico-lumínico
- B) Rayos de luz-calor constantes
- C) Trampas de luz (pantallas intercambiables)
- D) Rayos de luz calor variables
- E) Masa térmica
- F) Instrumento de medición de temperatura

**Fig. 3.18**

\* Ver aplicación en sección 5.3 / 5.4 / 5.5 / 5.6



- A) Rayos de sol
- B) Trampas de luz
- C) Reflexión
- D) Masa térmica
- E) Ventana de placa de aluminio
- a) Efecto por conducción
- b) Efecto por convección

Fig. 3.19



Fig. 3.20

Modelo que manipula la radiación solar directa, en un dispositivo que bloquea el componente térmico, pero favorece el componente lumínico para optimizar la intensidad de luz natural interior sin perjuicio de sobrecalentamientos.

### 3.9 CÉDULAS DE OBSERVACIÓN Y EVALUACIÓN

La importancia de esta fase del trabajo, donde se desarrollan los modelos iconográficos bioclimáticos, tendrán su real valor en el momento que se halla logrado, que el alumno obtenga un conocimiento cualificado de manera rápida, eficaz y objetiva, es decir, significativamente, como se ha planteado en el Capítulo. 2, Sección 2.1.

También se relacione con alguna analogía biónica, como idea desencadenante y posteriormente permita abstraer y relacionar códigos de conceptos formales con interpretaciones físicas-bioclimáticas que puedan ser percibidas como vocabulario visual en la síntesis arquitectónica.

La cédula de observación y evaluación (COE), nos permitirá confrontar la eficacia del método de los modelos iconográficos en la aprehensión de los fenómenos físicos al identificar componentes, al ver su interrelación como sistema, al desarrollar un prototipo y solucionar su operatividad.

- **Método** ----- Cualitativo
- **Técnica** ----- Observancia no participante
- **Objetivo** ----- Evaluar el nivel de aprendizaje del alumno \* en cuanto a la física planteados en sistemas pasivos de climatización.

Instrumento aplicado a estudiantes de nivel licenciatura, taller integral y estudiantes de maestría, taller de bio-diseño.

\* Participantes en la fase de modelos iconográficos (Ver sección 3.2 a 3.8)

DIAGRAMA 6

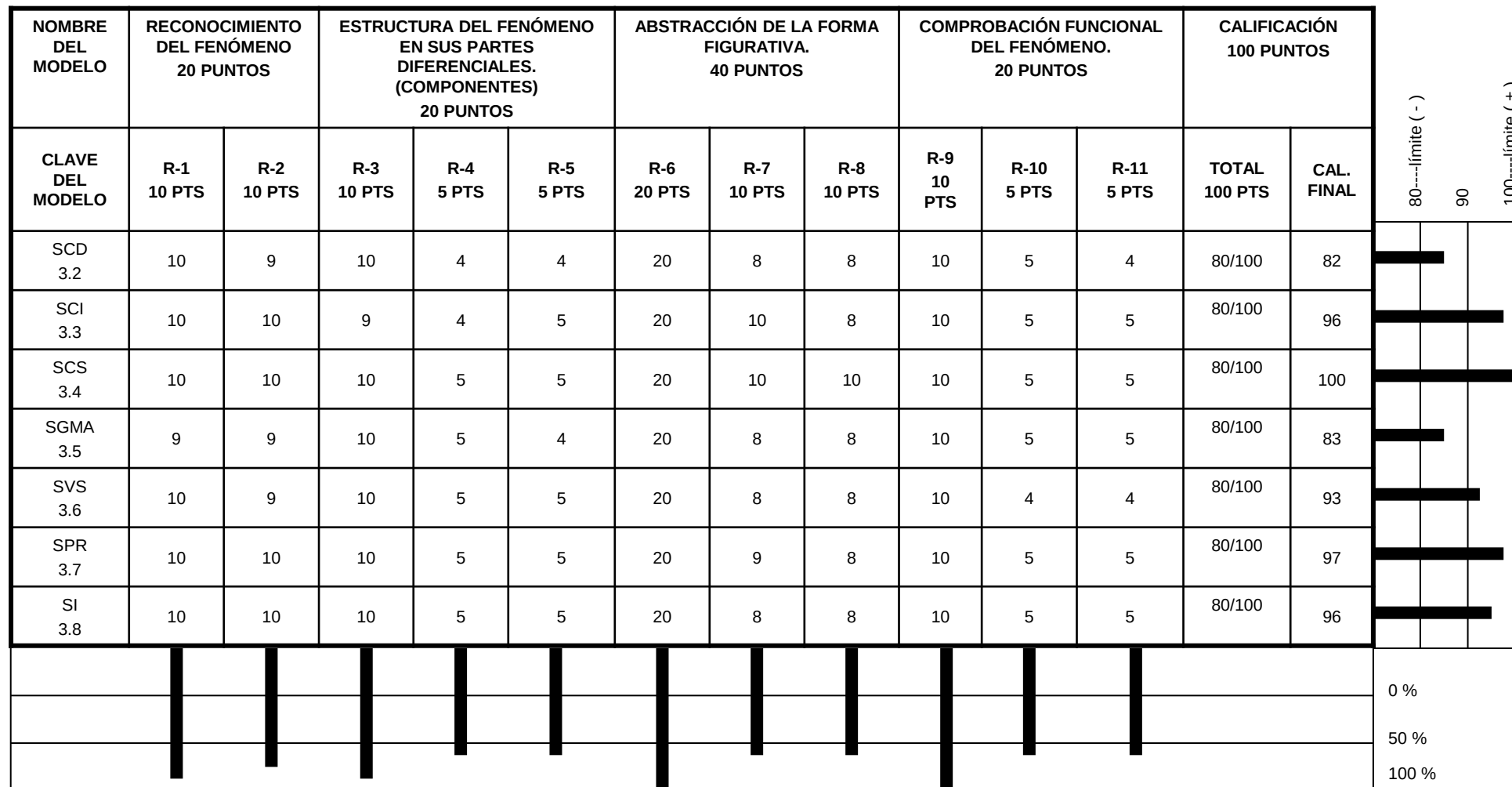
# Tabla de evaluación de aprendizaje de los alumnos

| OBJETIVO                                                                                                                                                                                  | MÉTODO             | TÉCNICA                            | CATEGORÍA                                                                                                | INDICADORES                                                                                                                                                                                                                                                    | PROTOCOLO TÉCNICO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Evaluar el nivel de aprendizaje del alumno, en relación a la aplicación de sistemas pasivos de climatización, y por lo tanto al entendimiento del fenómeno físico que lo determina</p> | <p>Cualitativo</p> | <p>Observancia no participante</p> | <p>Reconocimiento del fenómeno físico.</p> <p><b>Valor 20 puntos.</b></p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constantes del fenómeno físico.</li> <li>• Elementos variables del fenómeno físico.</li> </ul>                                                                                                                        | <p>El alumno determina con claridad las constantes del fenómeno físico. <b>Valor 10 puntos (R-1).</b></p> <p>El alumno determina los elementos variables del fenómeno que se manipularon. <b>Valor 10 puntos (R-2).</b></p>                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                           |                    |                                    | <p>Estructura del fenómeno en sus partes diferenciales. (componentes)</p> <p><b>Valor 20 puntos.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes constructivos tangibles.</li> <li>• Esquematización de las posiciones idóneas en función del fenómeno a simular.</li> <li>• Dimensionamiento de los componentes del fenómeno físico a simular.</li> </ul> | <p>El alumno determina con claridad los componentes constructivos tangibles del fenómeno físico. <b>Valor 10 puntos (R-3).</b></p> <p>El alumno esquematiza de manera correcta las posiciones en función del fenómeno a simular. <b>Valor 5 puntos (R-4).</b></p> <p>El alumno jerarquiza proporcionalmente los componentes que integran el sistema. <b>Valor 5 puntos (R-5).</b></p> |
|                                                                                                                                                                                           |                    |                                    | <p>Abstracción de la forma figurativa.</p> <p><b>Valor 40 puntos.</b></p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo integrado.</li> </ul>                                                                                                                                                                                          | <p>El alumno presenta el modelo a simular el fenómeno físico con una lógica estructural. <b>Valor 20 puntos (R-6).</b></p> <p>El alumno muestra los sistemas de control y la descripción del instrumental. <b>Valor 10 puntos (R-7).</b></p> <p>El alumno describe los instrumentos de medición. <b>Valor 10 puntos (R-8).</b></p>                                                    |
|                                                                                                                                                                                           |                    |                                    | <p>Comprobación funcional del fenómeno.</p> <p><b>Valor 20 puntos.</b></p>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia funcional.</li> <li>• Objetivo funcional de cada componente.</li> <li>• Comportamiento de las variables.</li> </ul>                                                                                        | <p>El alumno muestra como funciona el sistema integral de simulación. <b>Valor 10 puntos (R-9).</b></p> <p>El alumno describe como funciona cada uno de los componentes del sistema. <b>Valor 5 puntos (R-10).</b></p> <p>El alumno muestra en el modelo el comportamiento de las variables del sistema integral del modelo físico a simular. <b>Valor 5 puntos (R-11).</b></p>       |

\* HERNÁNDEZ, SANPIER, Roberto, “Metodología de la investigación”, Ed. Mc Graw Hill, México, 2000.

# Cédula de registro de evaluación de aprendizaje en modelos iconográficos bioclimáticos

DIAGRAMA 6



Escala de aprobación:

De 80 a 100 pts. La valoración es aceptable.

Menos de 80 pts. No es aceptable.

• Observaciones: las valoraciones en el protocolo técnico, según las categorías y los indicadores en cuanto a la asimilación y aprendizaje de los sistemas pasivos y su visualización experimental da como resultado una ponderación superior a los 80 puntos fijados como el mínimo alcanzable para su acreditación, resultando R-7/R-8 y R-11 los componentes a reforzar.

• En virtud de esta valoración se procede a describir la operatividad de cada uno de los modelos y su potencialidad de uso.

### 3.10 OPERATIVIDAD DE LOS MODELOS ICONOGRÁFICOS

SCD  
3.2

SISTEMA PASIVO DE VENTILACIÓN INDUCIDA PARA  
NEUTRALIZAR CALENTAMIENTO POR EFECTO INVERNADERO.

• Flujo de aire en función de las dimensiones del dispositivo captador del viento ( X ), dimensiones del dispositivo para ( CG ) salida del aire caliente ( E ), la radiación solar ( C ), las dimensiones del espacio habitable ( H ), y la captación de aire ( G ).

F aire = F ( X, E, C, H, G ) tal que:

$$F_{\text{aire}} = \frac{Y * CG (X + E)}{Z H} \quad \text{donde } Y \text{ y } Z \text{ son números reales entre 0 y 1.}$$

( Y ) = Es un parámetro estimado que mide la sensibilidad del flujo del aire dentro de ( H ) ante cambios de la radiación solar ( C ) y la captación de aire medida por ( G ), ( X ) y ( E ); es decir si aumenta ( C ) se requerirá más aire por lo que aumenta ( G ), ( X ) \* ( E ) en una proporción igual a Y.

( Z ) = Es un parámetro que mide la sensibilidad del flujo de aire en relación al espacio habitable que se desea ventilar, está dividiendo en la ecuación para mostrar que mientras mayor sea ( H ), se requiere más aire medido por ( G ), ( X ) \* ( E ), en una proporción igual a Z.

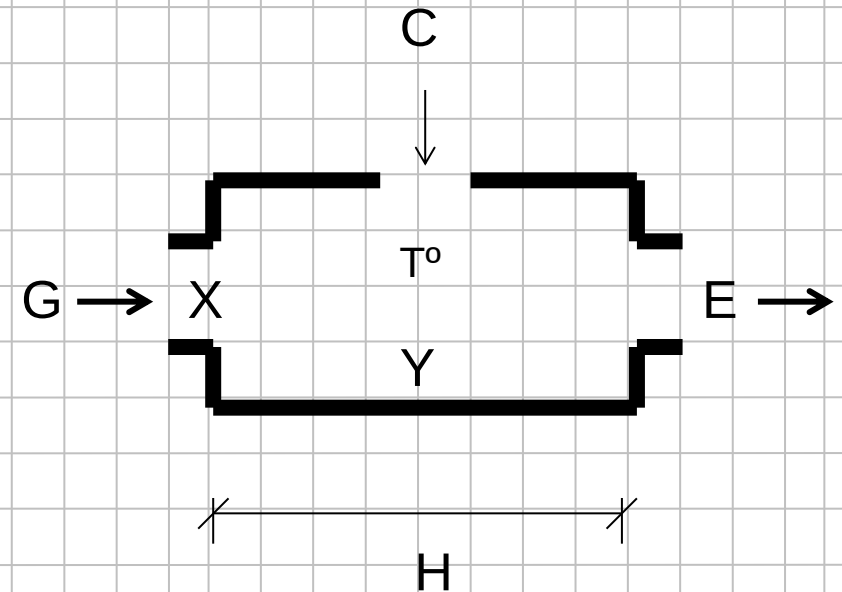


Fig. 3.21



SCI / 3.3  
SCS / 3.4

### SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUCIDA VIA LOS COMPONENTES DEL MURO TROMBE.

- La variable a determinar es el flujo de aire o ventilación en el espacio habitable. Por lo que la evaluación será:

Flujo de aire en función de X, B, C, D, F, G, solamente.

$$F_{\text{aire}} = \frac{(Y(XB) * D) + W(GF)}{ZC} \text{ donde } Y, Z, W, \text{ son números reales entre 0 y 1.}$$

( Y ) = Parámetro que mide la eficiencia del número ( X Z ) que se define como la captación de aire que al multiplicarse por ( D ), se tiene la eficiencia total de la ventilación en el espacio habitable.

( W ) = Es la inyección de aire; parámetro que mide la eficiencia del número ( G F ), que implica la salida del aire caliente del espacio habitable ( C ).

La suma de ambos componentes en el numerador da la eficiencia total, de la ventilación dentro de ( C ).

( Z ) = Mide la sensibilidad del flujo de aire de acuerdo a las dimensiones del espacio habitable; mientras más grande sea ( C ), más eficiente debe ser la ventilación.

$$Y(XZ) * D + W(GF)$$

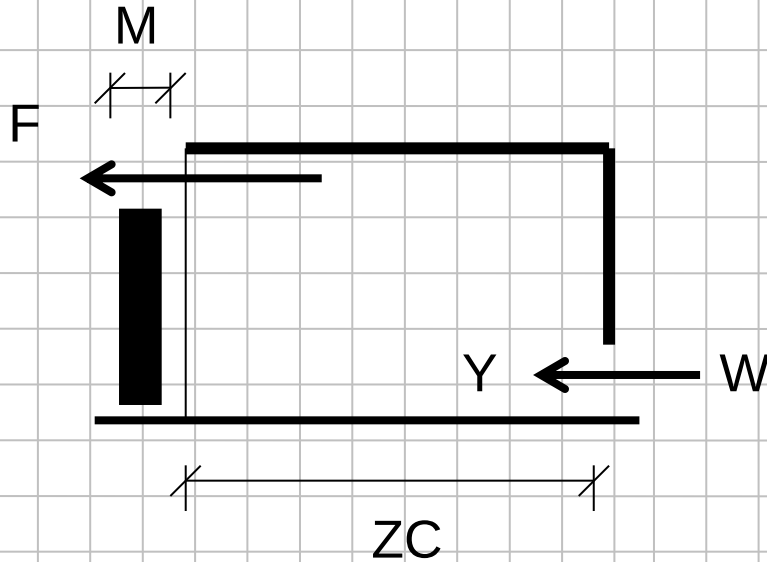


Fig. 3.22

## SGMA 3.5

### EFFECTO CHIMENEA: EFECTO DE VENTILACIÓN.

$$\text{FLUJO} = \frac{Y (M * r^2) (B + D + R) + W G}{Z E}$$

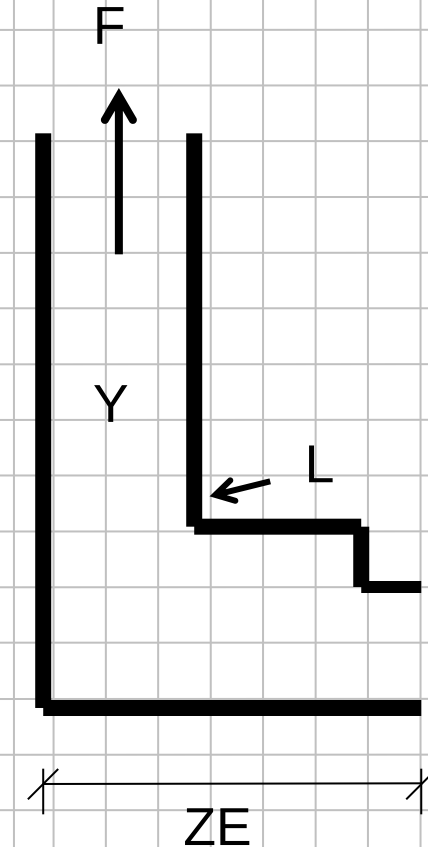
( Y ) = Parámetro que mide la eficiencia de los conductos de aire cilíndricos. Su volumen ( M \* r <sup>2</sup> ) donde r = radio, fórmula euclidiana del área del círculo por sus alturas representadas por ( B ), ( D ) y ( F ).

W G = Mide la intensidad del calor que induce la succión del aire.

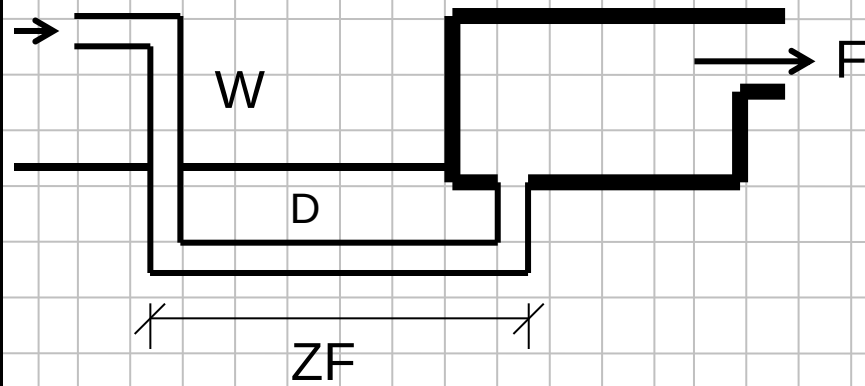
Z E = Son las dimensiones del espacio habitable.

Aquí lo interesante es representar la temperatura de ( E ) si definimos: Y ( M \* r <sup>2</sup> ) ( B + D + F ) como un número U y utilizamos ( C ) como la masa térmica y a ( L ) como su eficiencia entonces la temperatura del espacio habitable es:

$$\text{Temperatura de ( E )} = \frac{Z E}{L C + U + W G}$$



**Fig. 3.23**



**Fig. 3.24**

### SUS / 3.6

### ENFRIAMIENTO CONDUCTIVO, INTERCAMBIO TÉRMICO DE CALOR, MASA TÉRMICA SUBSUELO.

- No hay succión por cambio de densidad del flujo de aire, el parámetro Y ahora mide la eficiencia de la tubería ( ducto enterrado) como conductor térmico.

$$\text{Flujo de aire} = \frac{Y (M * r^2) (C + E)}{Z F}$$

Ahora bien, para determinar la temperatura en ( F ), tenemos que  $Y (M * r^2) (C + E) = Y'$  y mide la eficiencia del conductos térmico (cobre) y W la eficiencia del recubrimiento aislante de tubería ( E ) y ( L ) la eficiencia de la masa térmica disipación de temperatura ( D ) entonces:

$$\text{Temperatura de ( F )} = \frac{Z F}{Y' + W E + L E}$$

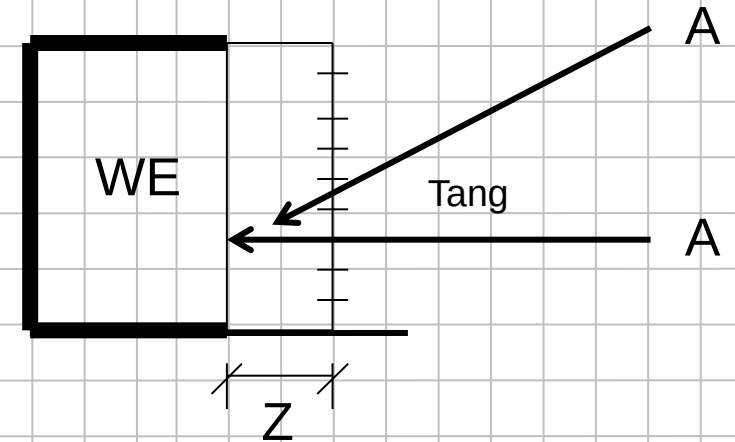
**SPR**  
**3.7**

**DISPOSITIVOS DE SOMBRAS / SISTEMA ENFRIAMIENTO.**

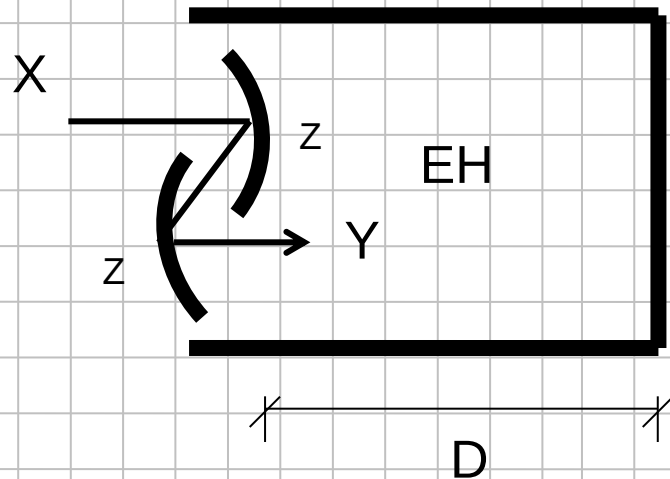
Temperatura en ( E ) = Y B + Z distancia +  $\frac{\text{Tang. A}}{J}$

T = T ( D, I, E )      Y, Z, W, E

Función       $T = \frac{Y}{D} + Z * I + \frac{W E}{\text{Tang. ( E )}}$



**Fig. 3.25**



**Fig. 3.26**

### SI / 3.8

### SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y CONTROL TÉRMICO POR TRAMPAS DE LUZ.

Aquí sólo se puede calcular la temperatura del espacio habitable ( E H )

$$\text{Temperatura ( E H )} = \frac{X * (E H)}{Y (C B) + Z D}$$

donde X = Radiación solar  
E H = Espacio habitable

Y = Eficiencia de las trampas de luz y reflexión.

Z = Eficiencia de la masa térmica.

$$\text{Eficiencia total} = \frac{Y (C B) + Z D}{X}$$

**CAPÍTULO**

**4**

**PRODUCTO, MODELO ICONOGRÁFICO HABITABLE**

## 4 PRODUCTO, MODELO ICONOGRÁFICO HABITABLE

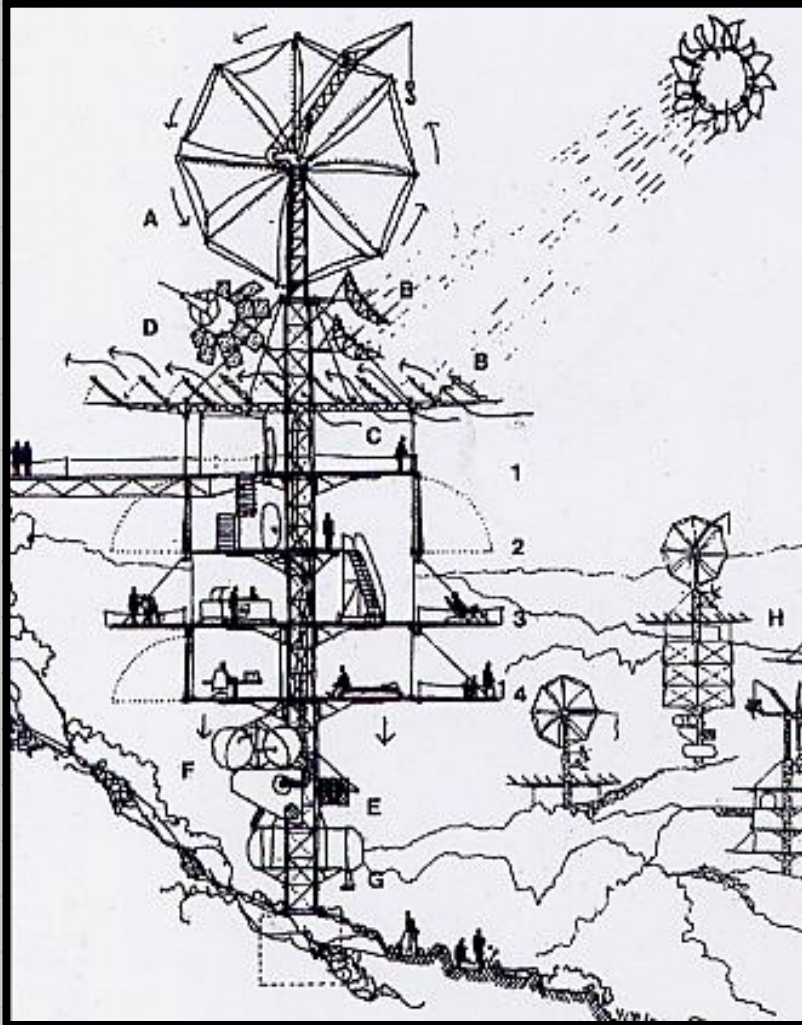
Partiendo de la teoría de los modelos iconográficos referidos en la sección 2.2, se da la necesidad de evolucionarlos, principalmente en su escala o dimensión, para potenciar los aspectos vivenciales de los estudiantes al poder estar “dentro” del experimento y poder registrar valores de temperatura, velocidades, humedad relativa, etc., no sólo vía instrumentos sino de manera sensible.

El prototipo pretende ir dando solución con prácticas evolutivas de los estudiantes de cualquier nivel al problema climático del trópico húmedo, siendo un modelo que poco a poco se vaya escalando de sistemas pasivos periféricos, por lo que se concibe como un laboratorio escala 1:1 “sin fin”, es decir, que siempre esté abierto a modificarse, crecer, cambiar, según los proyectos de investigación que ahí se quieran implementar. Siendo todo el tiempo un objeto “vivo”, constructivista, tanto en el sentido técnico como didáctico, que apoye en todo momento una línea de investigación bioclimática como escuela en constante búsqueda hacia el bio-diseño.

El concepto es a partir de formas básicas ligadas por líneas de tensión que sintetizan una composición en pro de enfatizar la importancia del lenguaje visual.



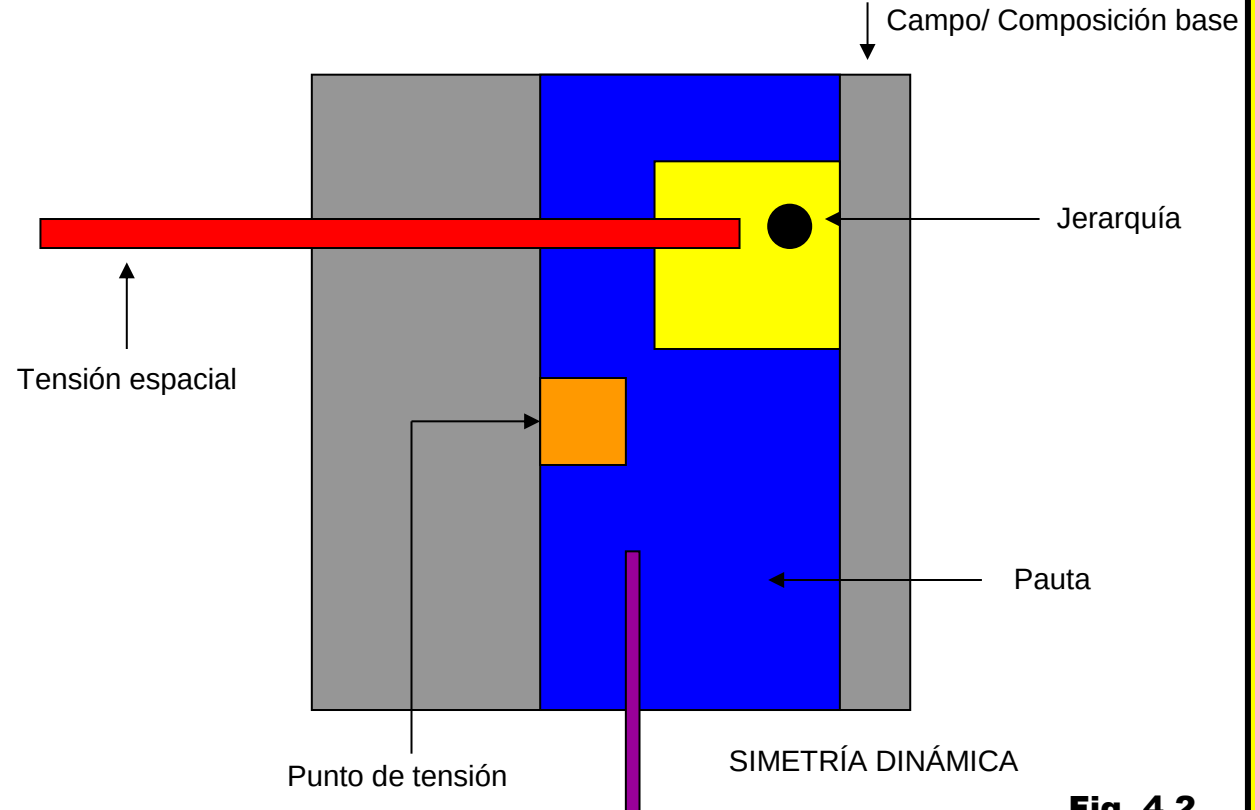
## 4.1 CONCEPTO ARTE-FACTO SOLAR: EDIFICIO ESCOLAR DIDÁCTICO-EXPERIMENTAL



**Fig. 4.1**

### Artefacto eólico, Richard Rogers.

Artefacto eólico de Richard Rogers, donde los molinos forman parte del edificio y da un excelente ejemplo del uso de la energía eólica.



**Fig. 4.2**

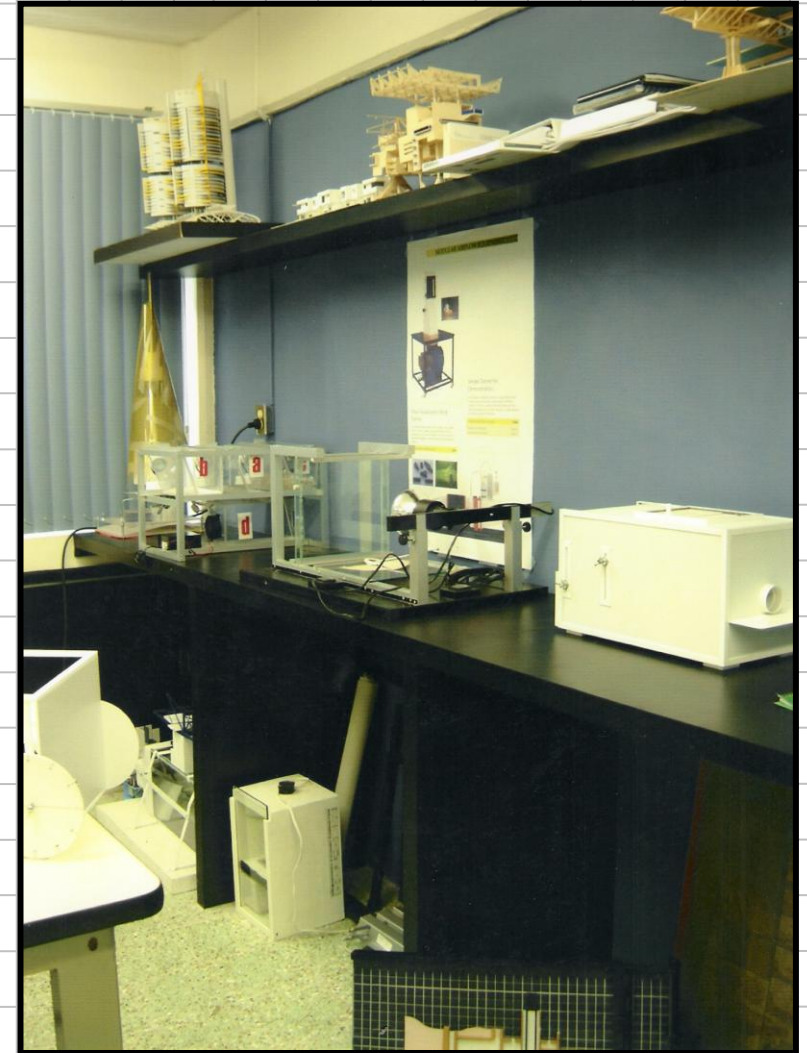
Como parte de conjuntar los componentes que se plantean en este documento (lo significativo, lo iconográfico- experimental y lo expresivo arquitectónico, dentro de la didáctica, se da como producto arquitectónico la propuesta del “Arte- Facto solar experimental” cuyo objetivo básico es acercar al estudiante a entender el fenómeno arquitectónico con énfasis en lo bioclimático. (Fig. 4.1)

Este prototipo, tiene también el cometido de evolucionar el concepto del "Modelo iconográfico", en el sentido de llevar la experimentación a una escala real, que permita hacer más significativa la apreciación de los efectos físicos (sistemas pasivos) (Fig. 4.3 y 4.4), en el hombre, desde el punto de vista térmico (por intercambios), dimensional y mecánico (por presiones y velocidades), así como asociar de manera más clara la posición, tamaño, material de los dispositivos periféricos al espacio habitable, como los colectores, los captadores, la sombrilla, etc.

Se han implementado 18 sistemas pasivos de climatización y dos sistemas de colectores solares, sin embargo, el objetivo del "Arte-facto solar" es que no tenga fin, es decir, que constantemente evolucione, crezca y se modifique en la medida que permita una constante experimentación.

Los sistemas implementados en esta primera fase son los siguientes:

- 1.- Colector solar plano con placa colectora de cobre de 1.80 metros cuadrados de superficie y tanque de almacenamiento de 100 litros, orientado al sur con una inclinación de 30 grados para calentamiento de agua doméstica que permita al alumno involucrarse con los principios de la conversión térmica.
- 2.- Es un sistema de foto celdas para la generación de electricidad.
- 3 - 4.- Un contenedor de 12 metros \* de largo que nos simule el espacio habitable cerrado, con envolvente metálica asociado a árboles de características caducifolias.



**Fig. 4.3**

**Laboratorio Bioclimático, escuela de Arquitectura,  
U.C.C.**

Vista parcial del laboratorio de bioclimatismo de la Universidad Cristóbal Colón, Veracruz. Fundado y coordinado por el autor.



**Fig. 4.4**

**Laboratorio Bioclimático, escuela de Arquitectura,  
U.C.C.**

Vista parcial del laboratorio de la U.C.C., donde se observa el Heliodón desarrollado por el Arq. Julio Mendoza del ITESM.

5.- Captador de vientos PVC de sección circular de 8" de diámetro, con boca de inyección a seis metros de altura con sección enterrada a 1.2 metros de profundidad que permita disipar energía térmica al subsuelo e inyectar aire al espacio habitable a temperatura menor.

6 - 17.- Captador de vientos con las mismas características del punto cinco, pero de inyección directa, con sección central bridada, para intercambiar ducto con características geométricas diferentes, en afán de promover efectos venturi o reducciones de temperatura.

Ambos dispositivos permitirán al alumno acercarse al fenómeno de la mecánica de vientos y de los intercambios convectivos.

7.- Colector de aire sobre-calentado vía la radiación solar para promover succión térmica por cambio de densidad y peso de aire y optimizar por las diferencias de presión la circulación del mismo dentro de nuestro simulador de espacio habitable.

8.- Cubierta de alta reflectancia, para promover bloqueo de radiación solar hacia el contenedor, provocar sombras y evitar el sobre calentamiento sin bloquear el movimiento eólico permitiendo evaluar su límite eficiente en función de la trayectoria solar y acercar al alumno a entender la importancia de la geometría solar y la determinación de sus coordenadas (azimut-alturas).

9 - 14.- El "Arte-facto" se complementa con muros exteriores que hable de intensiones compositivas, de conceptos de forma, como la tensión espacial \* (Fig. 4.2), reconociendo también en ellos fenómenos como deflectores eólicos y generadores de sombras de vientos, por lo tanto campos de presión positiva P(+) y de presión negativa P(-).

\* Ver conceptos de formas-funcionales. Sección 5.2



10.- Reloj solar que nos ilustre la trayectoria del sol y su orientación real en función del prototipo, permitiendo obtener coordenadas solares.

11 - 16.- Asociación con cuerpos de agua para valorar la pertinencia del enfriamiento evaporativo y manipular la variable climática de humedad relativa (con movimiento de aire o sin él).

12.- Ventana asociada con agua vía la capilaridad, que optimice los intercambios convectivos y evaporativos como estrategia de enfriamiento, que valora el hecho de vanos con incidencia directa de vientos a los campos de presión positiva, siendo eficiente si se promueve salida en los campos de presión negativa P(-).

15.- Asociación de ventanas deflectoras intercambiables para provocar aceleraciones y manipulaciones de campos de presión.

18.- Sistema aerogenerador que permite la generación de electricidad y observar la eficiencia y la importancia de aprovechar la energía eólica.

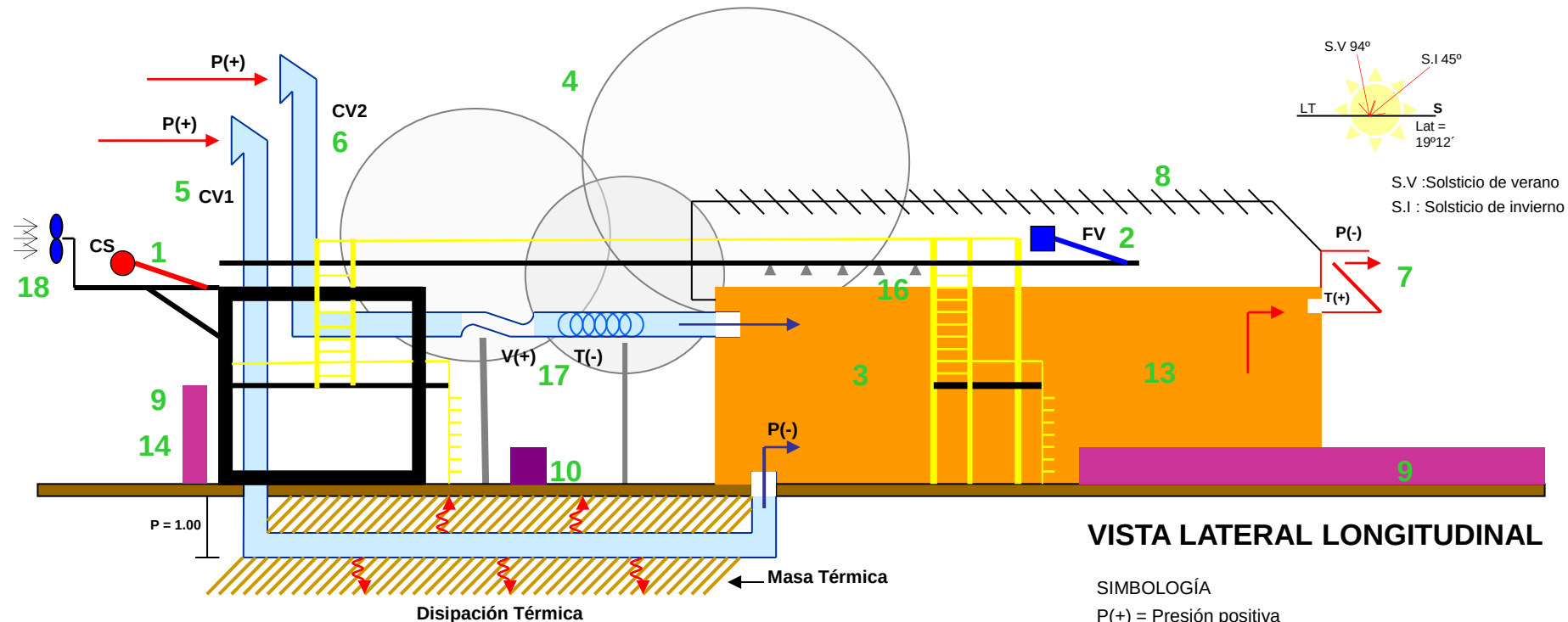
El prototipo “Arte-facto solar” (Fig. 4.5), por lo tanto, cumplirá su cometido didáctico significativo al sensibilizar a los alumnos en la relación física- bioclimática, con determinantes geométricas, con usos de materiales, con orientaciones, con composiciones, siendo por ello un laboratorio escala uno a uno, que en el área de la enseñanza de la arquitectura la consideramos vital, por el compromiso de la misma, como por el hecho en sí del fenómeno cognitivo.



**Fig. 4.5**

**Arte-facto solar experimental**

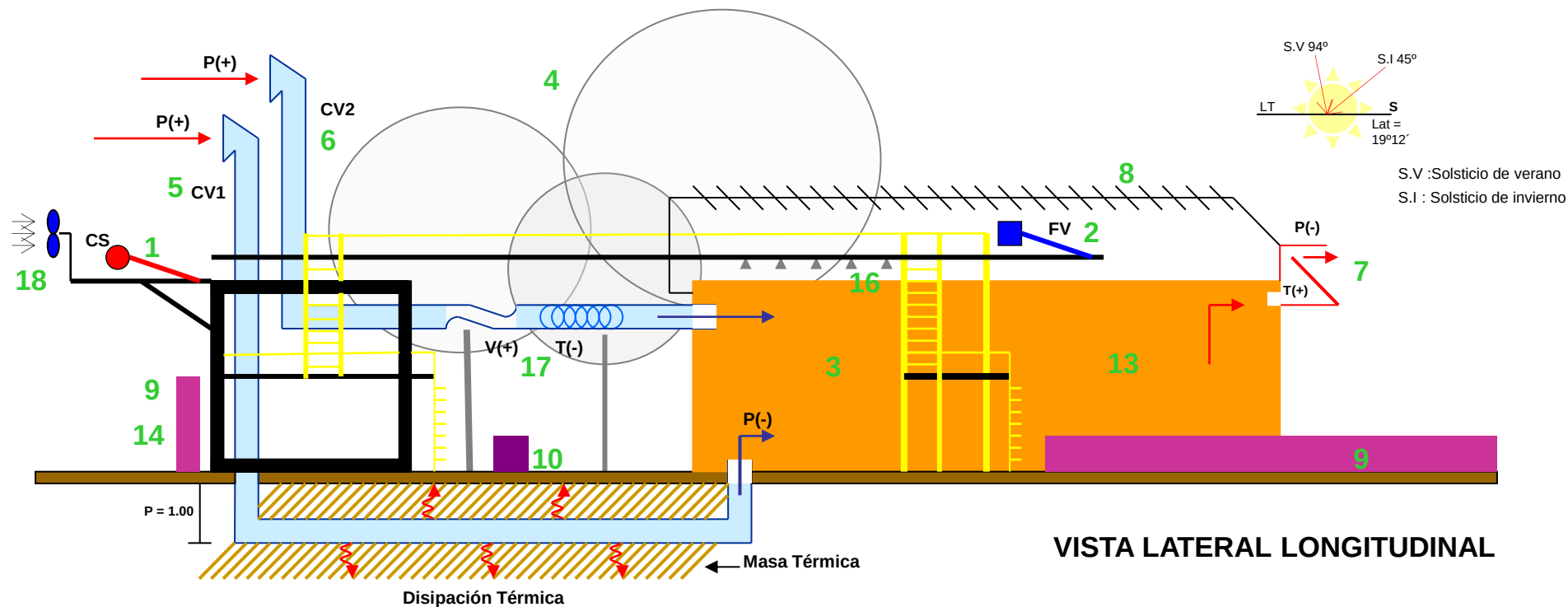
## 4.2 PROYECTO ARTE-FACTO SOLAR: EDIFICIO ESCOLAR \* DIDÁCTICO-EXPERIMENTAL



1. Colector solar, plano para calentamiento de agua.
2. Sistema fotovoltaico para generación de electricidad.
3. Contenedor/ Habitable/ Arte-objeto. Proporción 1:7 alargada.
4. Árbol caducifolio.
5. Inyector o captor de aire de P(+) con intercambiador de calor en el subsuelo. (M.I 3.6)
6. Captor de viento P(+) sin intercambiador de calor.
7. Extractor solar/ aire caliente P(-) succión térmica y mecánica.(3.4 / 3.5)
8. Cubierta sombrilla de baja emitancia, proyector de sombra. (3.7) ( N / Sección 5.2)
9. Planos de tensión espacial. ( B / Sección 5.2)

**Fig. 4.6**

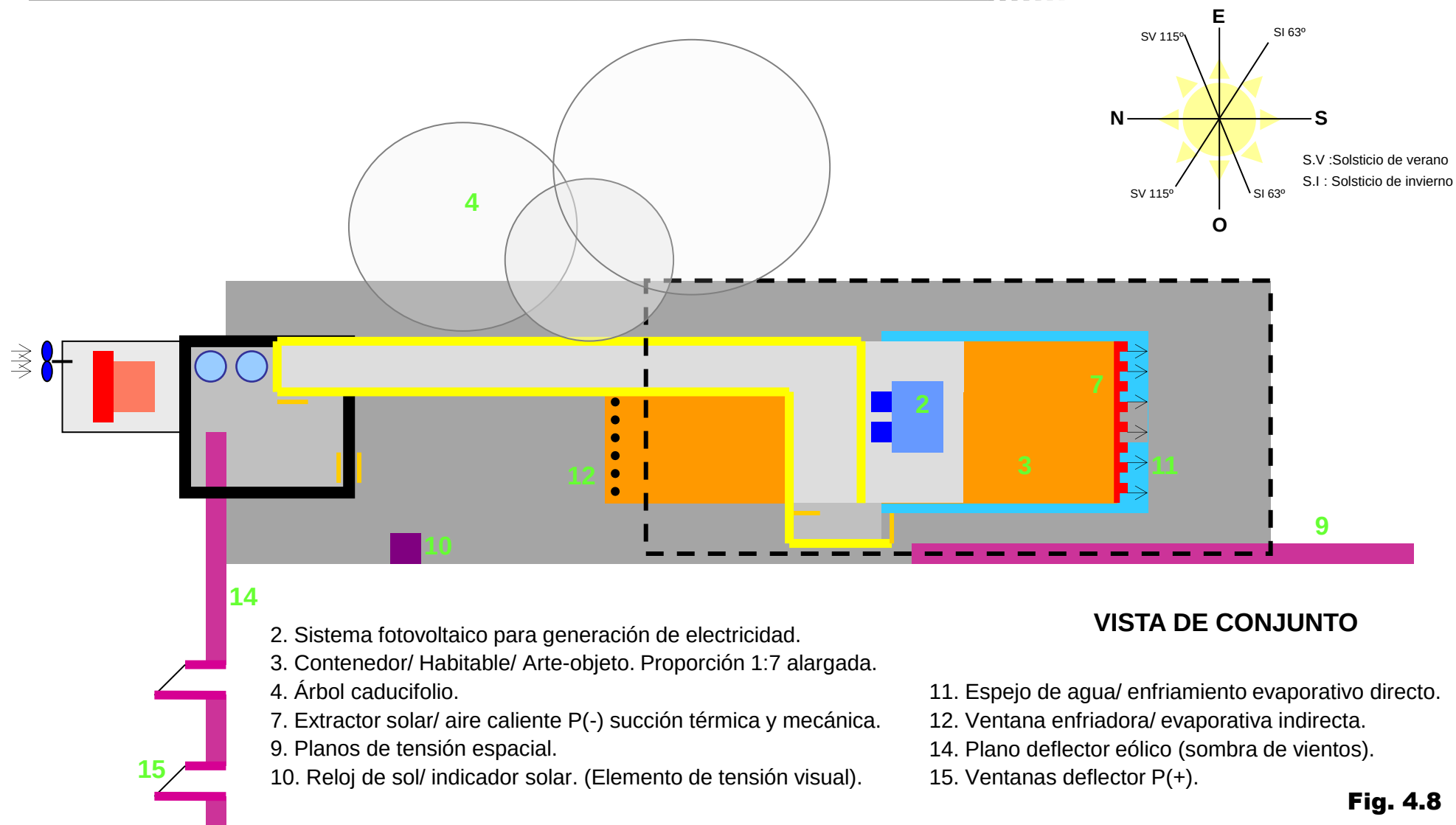
\* Esquema operativo con la localización de los dispositivos periféricos de control ambiental pasivos y uso de energía. (algunos sistemas asociados con la fase experimental de los modelos iconográficos sección. 3.4 / 3.5 / 3.6 / 3.7 y sección 5.2 / B y N ).

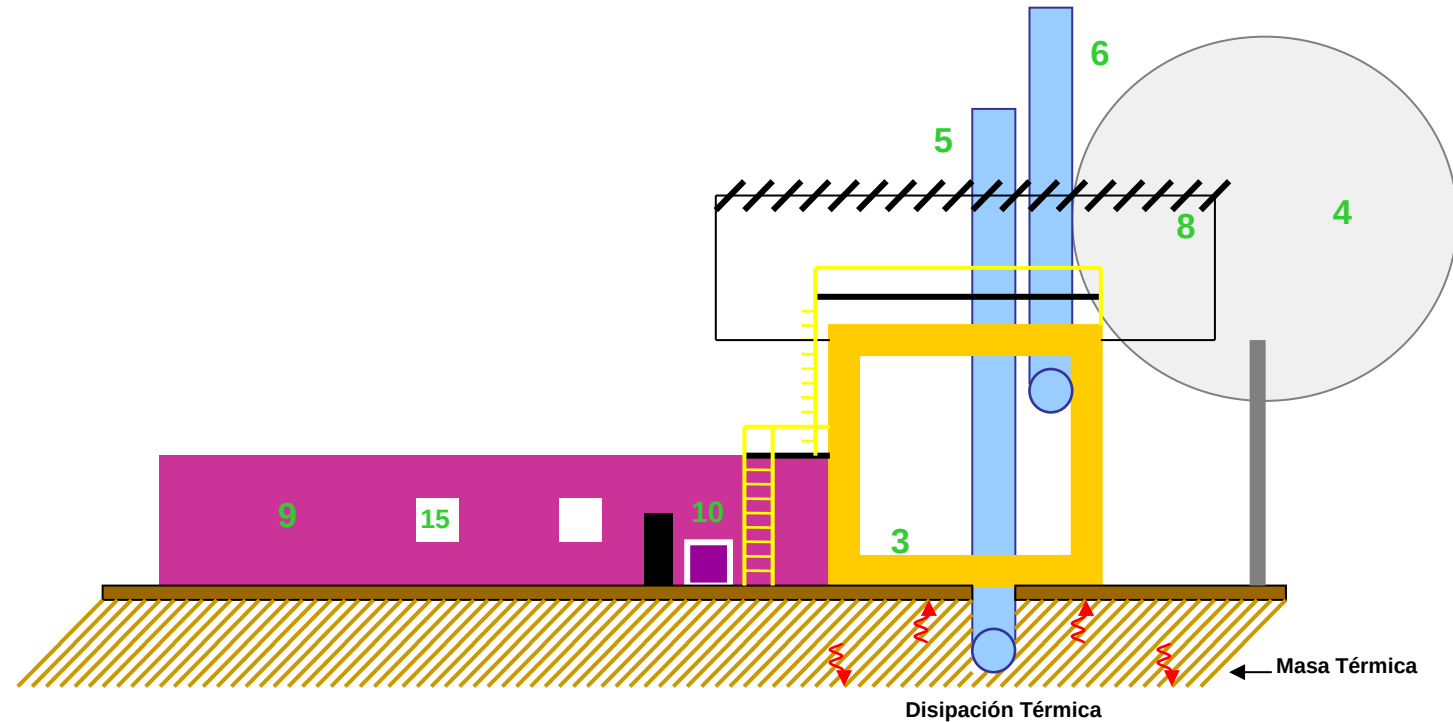


VISTA LATERAL LONGITUDINAL

10. Reloj de sol/ indicador solar. (Elemento de tensión visual).
11. Espejo de agua/ enfriamiento evaporativo directo.
12. Ventana enfriadora/ evaporativa indirecta.
13. Envolvente cuantificable/ conductividad térmica.
14. Plano deflector eólico (sombra de vientos). (B / Sección 5.2)
15. Ventanas deflector  $P(+)$ .
16. Rociadores de agua/ enfriamiento evaporativo asociado con el viento.
17. Ducto bridado para ensayos venturi e intercambio de calor.
18. Aerogenerador.

Fig. 4.7





**VISTA LATERAL TRANSVERSAL**

- 3. Contenedor/ Habitable/ Arte-objeto. Proporción 1:7 alargada.
- 4. Árbol caducifolio.
- 5. Inyector o captor de aire de P(+) con intercambiador de calor en el subsuelo.
- 6. Captor de viento P(+) sin intercambiador de calor.
- 8. Cubierta sombrilla de baja emitancia, proyectadora de sombra.
- 9. Planos de tensión espacial.
- 10. Reloj de sol/ indicador solar. (Elemento de tensión visual).
- 15. Ventanas deflector P(+).

**Fig. 4.9**



### 4.3 CONSTRUCCIÓN ARTE-FACTO SOLAR: EDIFICIO ESCOLAR **DIDÁCTICO-EXPERIMENTAL**

El arte-facto solar que funciona como infraestructura escolar de experimentación bioclimática, está construido con estructura metálica tubular, lámina antiderrapante, accesorios periféricos, como colectores solares, captosres de vientos, cubierta sombrilla.

A partir del uso de materiales reciclados como el caso del contenedor que simula el espacio habitable, complementado en su composición final con trabajos de albañilería como muros de tabique y plataformas en piso de concreto, como parte básica de su construcción pero aceptando cualquier material y sistema que se quiera experimentar.



Fotomontaje y vista general del arte-facto con los componentes bioclimáticos proyectados.

**Fig. 4.10**

(Avance de la construcción al 60%)



Diferentes aspectos del proceso constructivo del arte-facto solar experimental.



**Fig. 4.11**

CAPÍTULO

5

SÍNTESIS ARQUITECTÓNICA

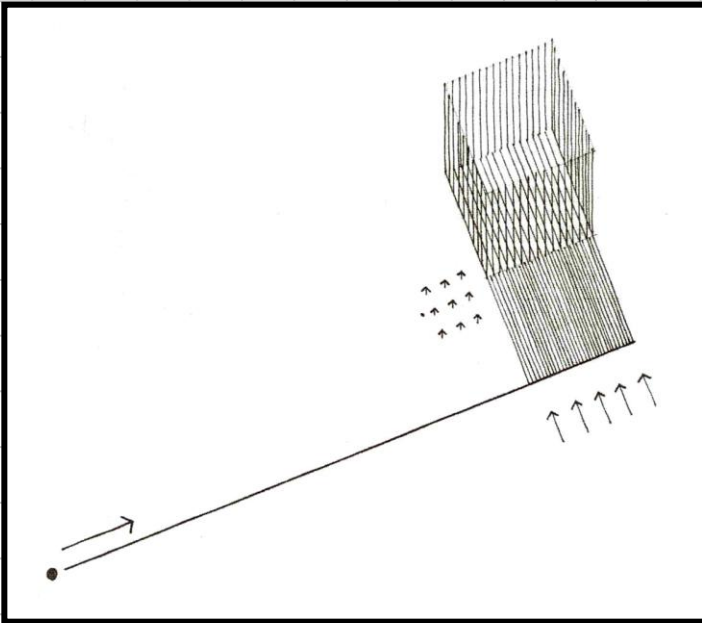
83

La arquitectura expresa, comunica, emociona. Los aspectos técnicos no deben coartar esta vocación natural de la arquitectura. En este caso se enfatiza el hecho del lenguaje visual que todo objeto diseñado tiene, se canaliza hacia lo arquitectónico en forma de conceptos y lo codifica al hecho bioclimático, plasmando su interpretación bidimensional con su ejemplificación tridimensional que hable nuevamente de la creatividad y lo significativo.

Esto da como resultado que una carta tan valiosa como la psicrométrica y las estrategias plasmadas en ella del Doctor Givoni se pueden potenciar en su lectura al zonificar conceptos formales que por su lógica expresiva permite asociarlos a contextos climáticos más coherentes, sin ser por ello coercitiva o limitativa (ver sección 5.3).

De tal suerte que, lo que en este capítulo se muestra es cómo dichos conceptos de diseño al ser interpretados hacia el contexto de la bioclimática, puede construir un lenguaje propio, lo que implica que tiene una corresponsabilidad con los patrones climáticos del lugar y para ello se intenta el vincular estos conceptos de la forma que constituyen un lenguaje visual para el diseño y se encuentran relacionadas a las propias estrategias bioclimáticas.

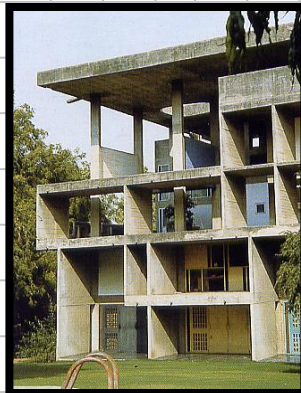
## 5.1 LENGUAJE VISUAL



**Fig. 5.1**

Gráfico que ilustra la transformación del punto, línea y plano a la forma con cualidades estéticas.

Villa Shoaan en la India, 1956, de Le Corbusier, los "brise-soleil" y las zoteas ajardinadas forman unas maravillosas composiciones espaciales, sombreadas y acogedoras.



**Fig. 5.2**

La teoría de la forma integra conceptos para la creación de composiciones arquitectónicas que nos establecen relaciones, cualidades expresivas y perceptivas que integradas a la interpretación de fenómenos físicos ( con énfasis a los bioclimáticos), generan un sistema integral permitiendo sintetizar una arquitectura fenoménica. (Fig. 5.2)

La forma como un solo concepto, sería imposible de definir, hablando desde el punto de vista del diseño, es por esto que Wucius Wong \* dice: el punto, la línea o el plano, cuando son visibles, se convierten en forma. Un punto sobre el papel, por pequeño que sea, debe tener una figura, un tamaño, un color y una textura si se quiere que sea visto. También debe señalarse lo mismo de una línea o de un plano.

- Punto: un punto indica posición. No tiene largo ni ancho. No ocupa una zona del espacio. Es el principio y el fin de una línea y es donde dos líneas se encuentran o se cruzan.

- Línea: cuando un punto se mueve, se recorrido se transforma en una línea. La línea tiene largo pero no ancho. Tiene posición y dirección. Esta limitada por puntos. Forma los bordes de un plano.

- Plano: el recorrido de una línea en movimiento en una dirección diferente a la que comienza) se convierte en un plano. Un plano tiene largo y ancho, pero no grosor. Tiene posición y dirección. Está limitado por líneas. Define los límites extremos de un volumen.

Estos tres elementos son los mas importantes para la comprensión de la teoría de la forma, nos imaginamos o pensamos en la unión de varios puntos, la intersección de líneas o planos y estos pueden tener diferentes características en las cuales podemos intuir un lenguaje visual dentro de una composición de diseño. (Fig. 5.1)

Por lo tanto, todos los elementos que conforman el lenguaje visual, podrían definirse como forma explotando cualidades de color, texturas, tamaño y sobre todo estructura.

\* WONG, Wucius, "*Fundamentos del diseño bi- y tri- dimensional*", Ed. Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1986.



La teoría de la Gestalt<sup>13</sup> (o teoría de la buena forma) se basa en las leyes de la visión, la percepción está relacionada de manera estrecha con la lingüística y la semántica; con el lenguaje con el que nos expresamos y tiene una correspondencia directa a su vez con el lenguaje formal de los objetos y de la arquitectura, y que constituye por consecuencia un sistema o lenguaje visual de percepción bajo determinadas condiciones espacio-tiempo. Sin abundar en el planteamiento de una teoría de la semiótica ya que no es el objetivo central de este trabajo, debemos reconocer que la bioclimática también construye su propio lenguaje de patrones visuales y que si bien estos se encuentran relacionados con la física y la climatología, tienen una correspondencia semántica con el lenguaje visual que se aplica y traduce por medio de conceptos de diseño.

Los conceptos de diseño: formales, estructurales, funcionales o estilísticos, normalmente los aceptamos como se nos muestran en los libros de fundamentos o teoría del diseño<sup>14</sup> los damos por hecho, pero pocas veces reparamos en el sentido ontológico que tienen éstos léxicamente y desde el campo de la fenomenología.

Las formas generalmente no significan nada por si solas, es necesaria la intencionalidad de significación del autor y la interpretación dependiendo de la estructura de significación del receptor, es decir una obra nos puede gustar o no dependiendo desde el grupo cultural y su sistema de significación, lo importante según J. Pablo Bonta en su libro: Sistemas de significación en la arquitectura; la intencionalidad de significar una obra dista mucho de la interpretación y de lo que realmente signifique para un grupo social, ya que esto depende de su tiempo y de la cultura de ese momento. De tal suerte que, lo que en este capítulo se muestra es cómo dichos conceptos de diseños al ser interpretados hacia el contexto de la bioclimática, puede construir un lenguaje propio, lo que implica que tienen una corresponsabilidad con los patrones climáticos del lugar y para ello se intenta el vincular estos conceptos de la forma que constituyen un lenguaje visual para el diseño y se encuentran relacionadas a las propias estrategias bioclimáticas.

#### ANÁLISIS DE CONCEPTOS Y SU CORRESPONSABILIDAD CON LA BIOCLIMÁTICA

Para definir al concepto de la forma o de teoría de la buena forma, es necesario tomar algunos conceptos de diseño que de manera paradigmática los reconocemos en el ámbito de la arquitectura y distinguir su lenguaje visual bi y tridimensional, amen de reconocer y hacer referencia al trabajo de investigación doctoral: El lenguaje gráfico de la forma, del Dr. Joel Olivares, donde se muestran alrededor de 106 conceptos desarrollados, sin embargo para efecto de este trabajo solo se analizan a manera de ejemplo, los más representativos, para después hacer la vinculación con la bioclimática.

### **El concepto de punto y su relación con la bioclimática**

A diferencia de lo que plantea Wuicius Wong respecto a lo que define como elementos gráficos de la forma: punto, línea y superficie (o plano), en la tridimensionalidad de la arquitectura el punto no es necesariamente algo que está sobre el papel, que solo es visible, que tiene una textura o un color, tampoco es algo que no tiene dimensión (ancho o largo), desde el punto de vista de la tridimensionalidad que corresponde a la arquitectura va más allá de su concepción gráfica virtual, el punto sí tiene una condición proporcional, que está condicionada a la escala humana, ya que aquí en las tres dimensiones, la composición gráfica; es espacial y constituye un lenguaje específico, diferenciado al del diseño gráfico que plantea Wong. En este sentido, el punto es una masa sólida, que contiene energía y que como elemento de la forma es también una manifestación estructural, ya que trabaja a la compresión y tiene resistencia a la tracción, es estructuralmente auto-sustentante; como una cueva y en su interpretación como elemento de la forma es una masa activa; un muro grueso o espeso que se soporta con su propio peso. La masividad del agua o de la tierra se considera, desde los principios estructurales de la teoría de la buena forma como masa activa.

El punto como elemento de la forma, coparticipa en la composición arquitectónica, y en su esencia de materialidad puede estar constituido como un muro de piedra, concreto, adobe y otros materiales y en su interpretación con la bioclimática se relaciona con la inercia térmica que es la capacidad de los cuerpos y la materia para transferir energía, un punto es entonces una masa activa estructuralmente hablando, tiene desde la visión bioclimática; una mayor capacidad de almacenar energía térmica y de retardar la conductividad de energía dada su propia masividad y tiene, gráficamente dentro de una composición tridimensional (ya sea industrial o arquitectónica); mayor peso visual que un plano o un vector.



### **EL concepto de plano y su relación con la bioclimática**

El plano o superficie, desde el enfoque de la tridimensionalidad, no es la sucesión de líneas de Wong, es otro elemento de la forma que, al igual que el punto tiene escala y proporción y coparticipa en la composición arquitectónica, tiene grosor altura y longitud, pero en relación a la escala humana su masa es menor, es decir, es relativamente delgado y no es auto-sustentable estructuralmente, pues requiere de dobleces para sostenerse. El plano como conformador del espacio habitable constructivamente hablando: requiere de castillos y cadenas o elementos de sujeción horizontal en caso de ser muy ligeros. Estructuralmente es una superficie activa y se vincula con la bioclimática de varias maneras. El plano activo dependiendo de su grosor y desde su esencia de materialidad, puede ser un buen conductor de energía como son las superficies activas formadas por cristal, o concreto, puede evitar serlo al contener en su interior aislantes térmicos o cámaras de aire o agua. El plano también puede ser un elemento que sirva como doble fachada para evitar la radiación solar directa en fachadas desfavorables. Una doble fachada desde el lenguaje visual es un elemento que provee de ligereza a la composición o como elemento de continuidad en su envolvente, puede ser; si se repite en posición seriada como efecto de cerramiento desde el lenguaje visual de la forma; un ordenador de viento, o un desviador introductor o deflector del aire o cualquier fluido bioclimáticamente.

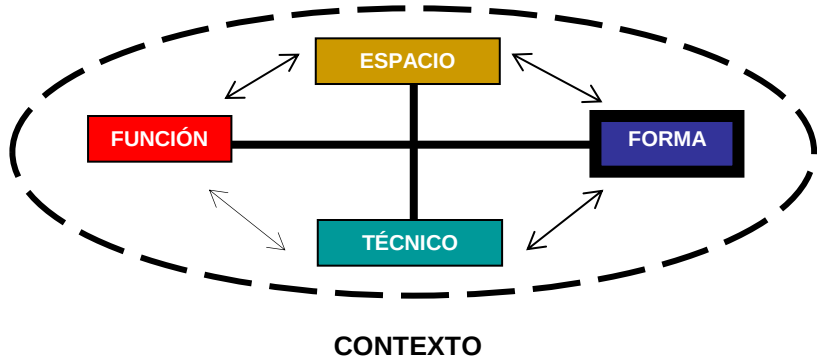
Debido a su posición junto con otro plano por tener una distancia reducida o con cierto desplazamiento nos provoca visualmente el efecto de velocidad que tiene una asociación directa con la física del viento, es decir, la velocidad que adquiere el viento al pasar por la estrechez de estos planos, igual si su posición es oblicua y de estrechez puede producir la aceleración del viento o efecto Vénturi. En posición horizontal con una superficie activa se puede construir una doble cubierta para evitar la radiación solar sobre las techumbres generando un espacio de transición o espacio tapón entre la losa del edificio y la doble cubierta. El plano, dependiendo de su orientación, forma y posición horizontal, puede reducir la incidencia solar como alero y más aun si es curvo o tiene determinada deformación o inclinación. Por su colocación en la parte alta de la edificación puede ser un remate visual o pauta arquitectónica. Aunque los elementos de masa activa pueden otorgar algunas de estas funciones, es propio de los planos aportar estas soluciones debido a su ligereza y flexibilidad. El plano activo y la masa activa dependiendo de su gran altura colocado como muro, es decir, en posición vertical, puede constituir una pauta visual como lenguaje formal, y bioclimáticamente ser un provocador de sombra solar, así como ampliar la sombra de viento en la zona de sotavento o presión negativa. (P-). Desde el lenguaje de la forma; las superficies de pasto y ligeros espejos de agua pueden ser considerados también como planos o superficies activas.

### **EL concepto de línea y su relación con la bioclimática**

La línea o vector activo (estructuralmente hablando) en el diseño de objetos y de arquitectura tiene una función más discreta, es más bien de carácter configurativo y estructural, visualmente una figura prismática o poliédrica puede ser definida por medio de líneas activas y así al definir la forma del espacio contenido que en arquitectura se traduce como espacios habitables en su interpretación gráfica compositiva la seriación de líneas o vectores definen formas o figuras por el efecto de sugestión del cierre o cerramiento visual. En bioclimática la línea puede ser un tubo conductor de aire, una esbelta y contrastante torre de viento, puede conformar un alero apergolado para producir sombra o una doble fachada compuesta por elementos lineales. Dentro de su esencia material las líneas o vectores activos pueden ser de concreto, madera, metal, así como de otros materiales y normalmente funcionan estructuralmente como columnas, trabes, vigas o para la conformación de armaduras (o cerchas), tienen la función estructural de ligar la estructura general de la composición o de soportar muros, cubiertas y otros elementos arquitectónicos y su peso visual es menor que el de las masas y planos activos. Su configuración permite la transparencia arquitectónica. Desde el lenguaje de la forma; las ramas de los árboles, pinos o chorros de agua pueden ser consideradas como líneas o vectores activos.

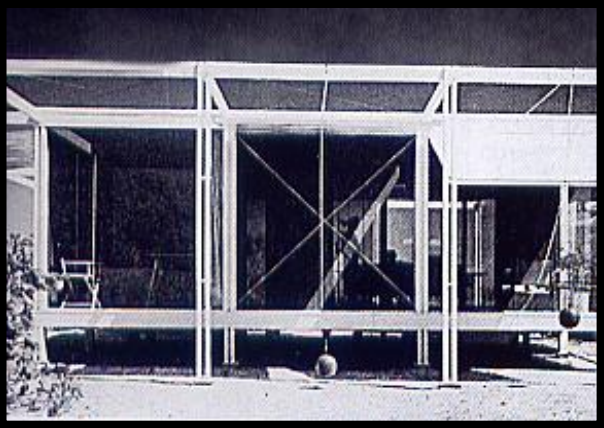
Bajo el modelo descrito, la necesidad de fusionar los conceptos de diseño (como expresión formal arquitectónica) con los principios físicos del bioclimatismo (como propuesta fenomenológica de la forma arquitectónica), se da el cometido, final de este trabajo, donde se enfatiza, el hecho metodológico significativo, experimental y creativo que culmine con productos arquitectónicos, coherentes entre la etapa de gestión, conceptualización y síntesis que expresen claramente el cometido arquitectónico. (Fig. 5.3)

Por ello y como complemento de códigos hacia el diseño arquitectónico, bioclimático, se plantean los siguientes esquemas conceptuales, que nos darán pauta a sintetizar una primera aproximación de una carta de bio-diseño, donde, como respuesta a las variables del clima podamos decidir los conceptos formales geométricos, como lenguaje arquitectónico que reflejará una mayor coherencia expresiva del objeto arquitectónico hacia el contexto físico que le rige abriendo campo a entender la forma, como función integral, como objetos “vivos” con cualidades estéticas significativas. (Fig. 5.4 y 5.5)



**Fig. 5.5**

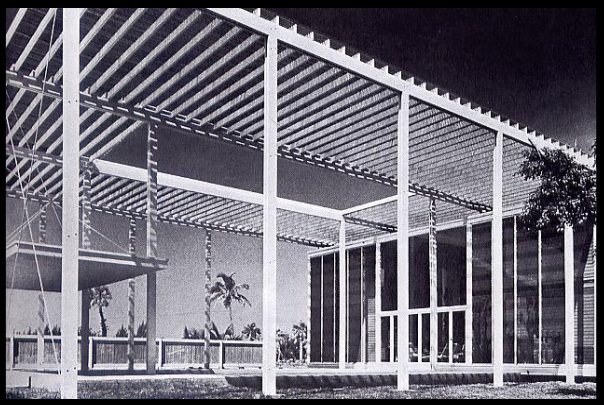
**Arquitectura como filtro ambiental**



**Fig. 5.3**

**Casa de huéspedes Wacker de Rudolph, Florida 1952**

Dispone de paneles móviles multiusos con lonas de madera que pueden bajarse para proporcionar sombra.



**Fig. 5.4**

**Casa Hiss de Paul Rudolph, Florida, 1954.**

El espacio interior y exterior se funden literalmente dando respuesta muy estética a las condiciones de clima cálido-húmedo al filtrar la radiación solar y promover la ventilación.

## 5.2 APLICACIONES ARQUITECTÓNICAS

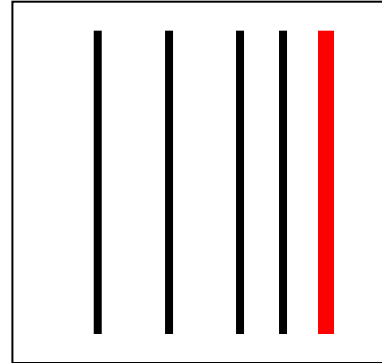
Fig. 5.7



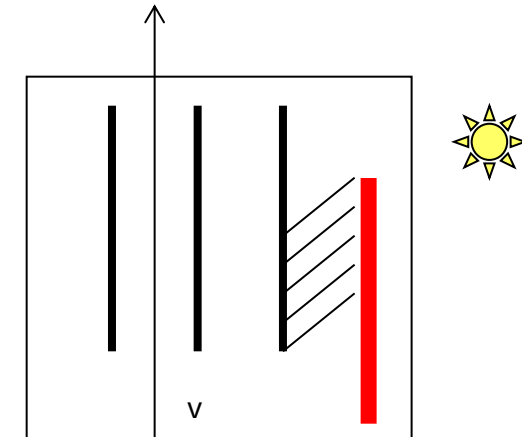
Fig. 5.6

Modelo Tridimensional A-B

### A) Elementos lineales generadores de planos

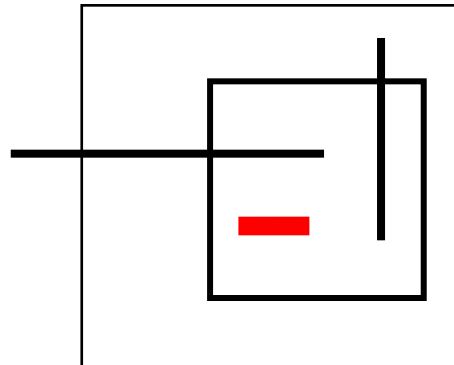


Las líneas paralelas definen planos.

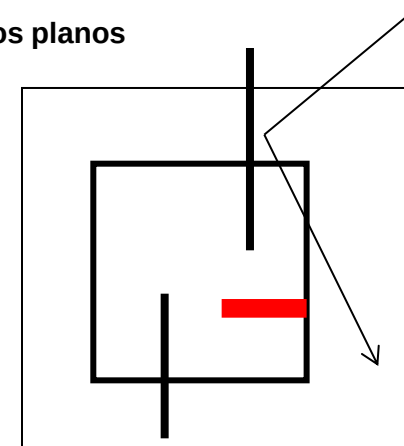


Filtro solar u ordenador de flujos.

### B) Tensión espacial manipulando los elementos planos



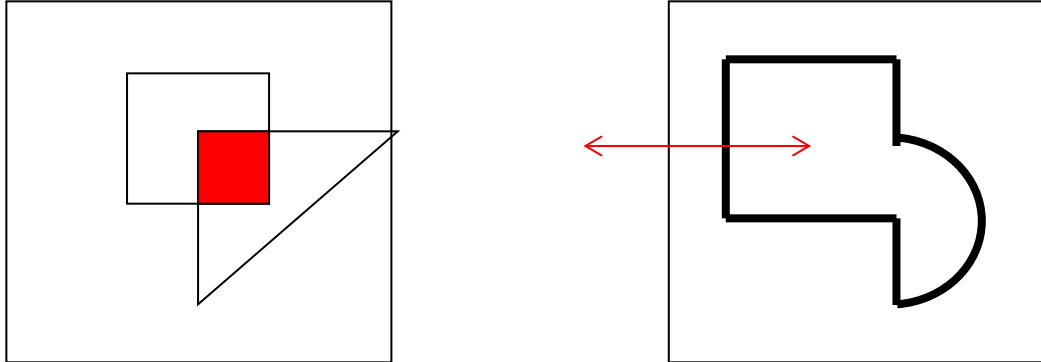
Forma dinámica vía tensión espacial horizontal o vertical.



Deflectores eólicos que promueven disipación térmica convectiva; mayor tiempo de contacto por turbulencias.

**Fig. 5.8**

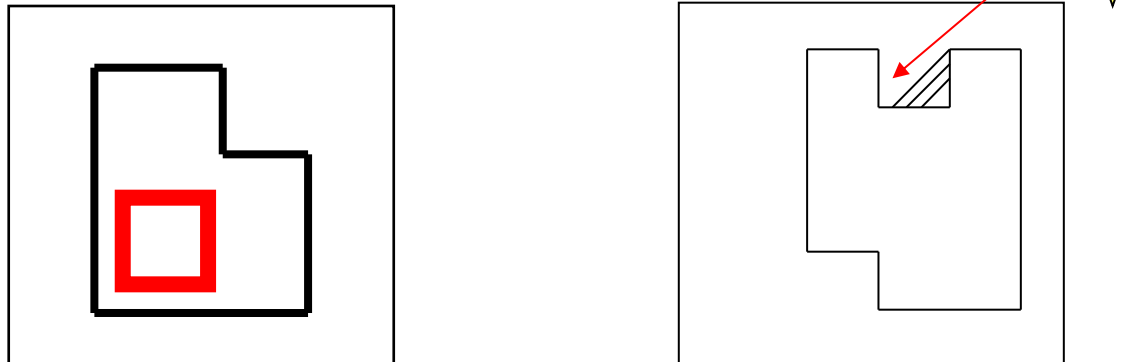
**C) Coherencia formal**



Creación de formas regulares o irregulares.

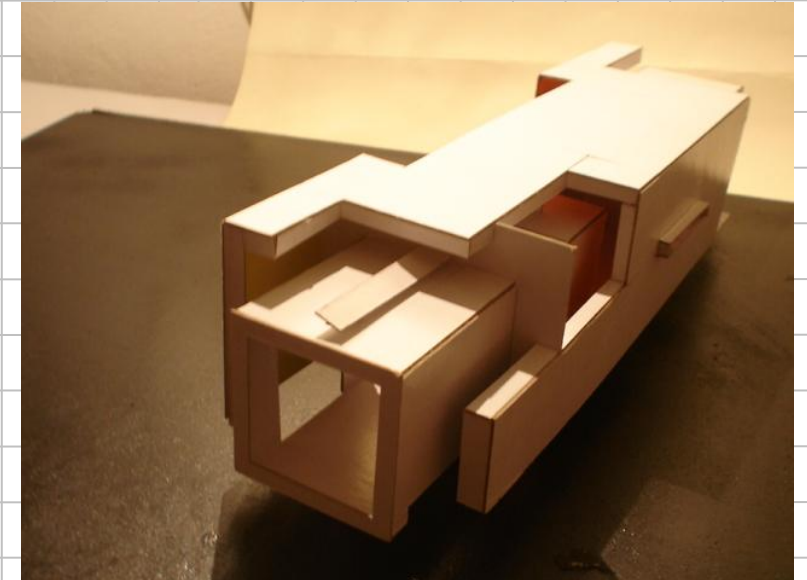
Coefficiente de forma. Optimizador de intercambio térmico entre el exterior y el interior.

**D) Formas sustractivas**



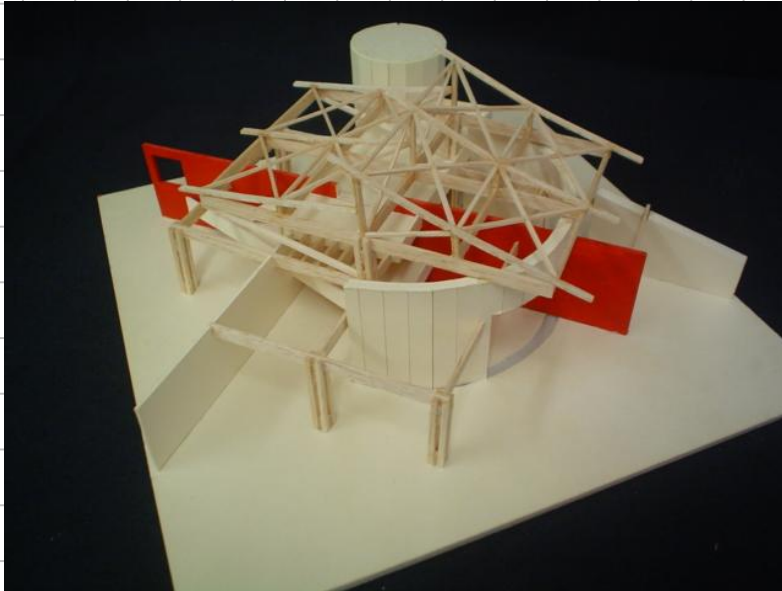
Sustracciones formales verticales y horizontales.

Remetimientos proyectadores de sombra.



**Fig. 5.9**

Modelo Tridimensional C-D

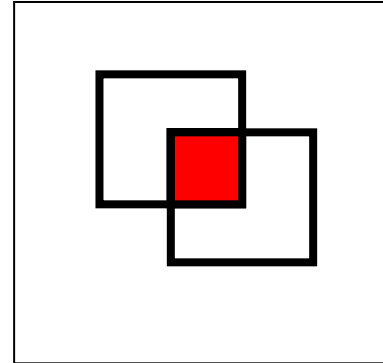


**Fig. 5.10**

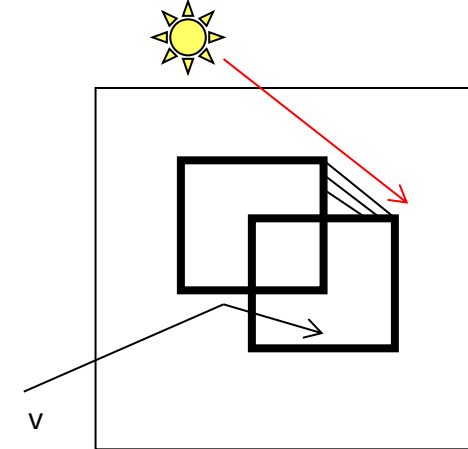
Modelo Tridimensional E

**Fig. 5.11**

### E) Formas aditivas

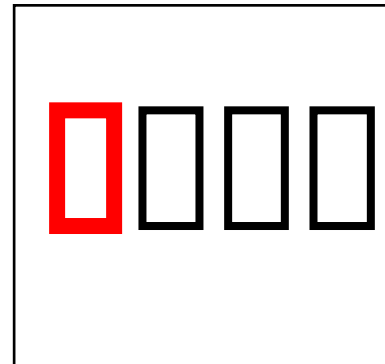


Adiciones por contacto, ensamble o agrupación.

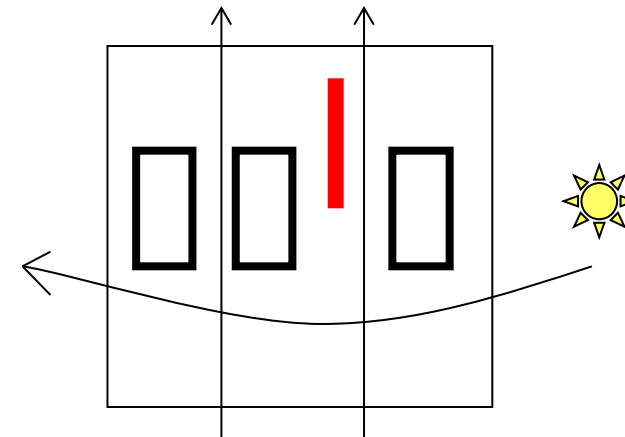


Autoprotección solar y eólica, relieves de sombra.

### F) Formas aditivas lineales



Ritmo, agrupamiento lineal.

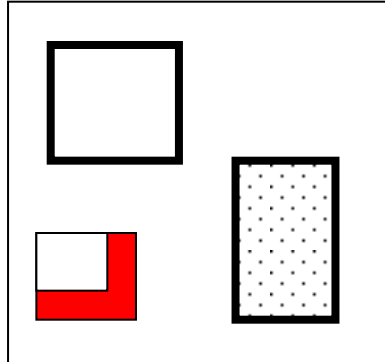


Barreras protectoras, optimización de orientación solar.

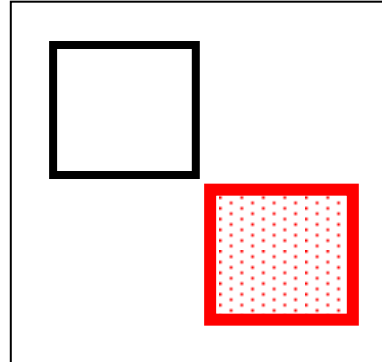


**Fig. 5.12**

**G) Articulaciones superficiales**

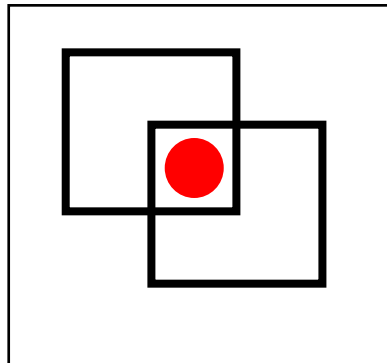


Textura (micro-macro), color, ritmo, expresión.

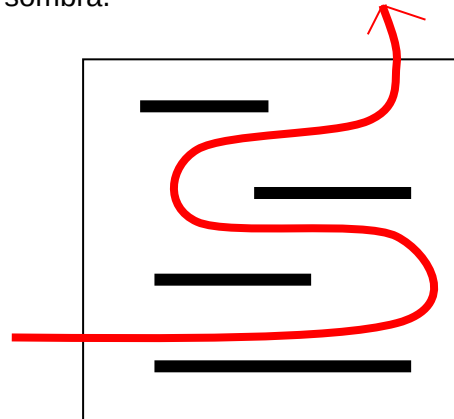


Optimizar reflexiones, reducir intensidad del ángulo de reflexión, reduce ganancia térmica al aumentar el porcentaje de sombra.

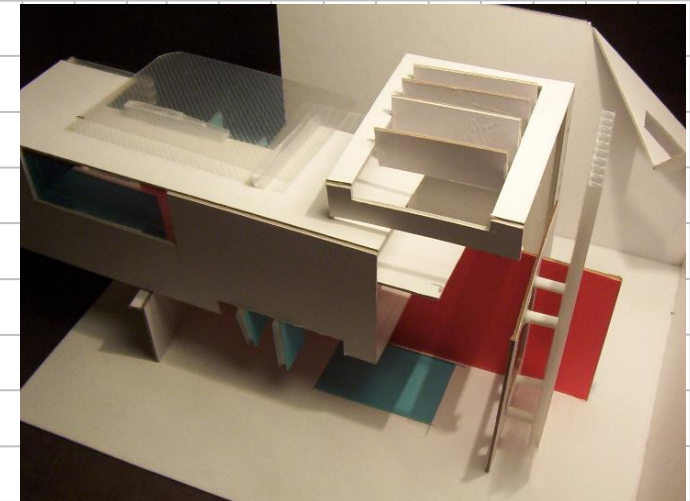
**H) Espacios Conexos**



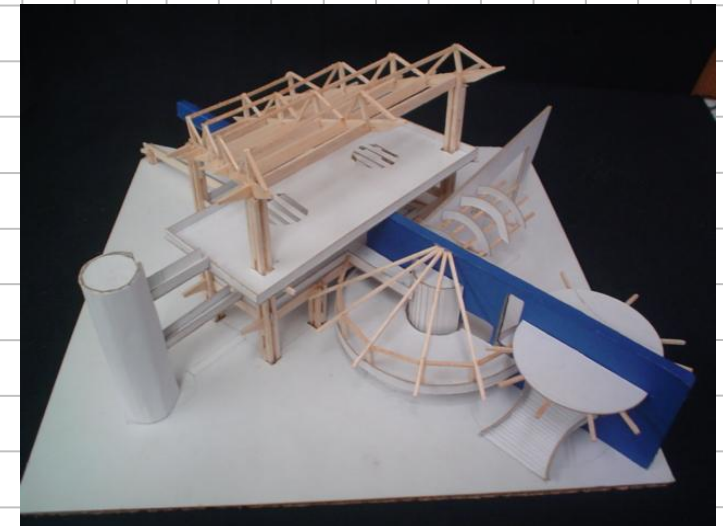
Dinámica y flujo espacial.



Optimizador del flujo de aire P(+); P(-), movimiento convectivo.



**Fig. 5.13**  
Modelo Tridimensional G



**Fig. 5.14**  
Modelo Tridimensional H

Fig. 5.17

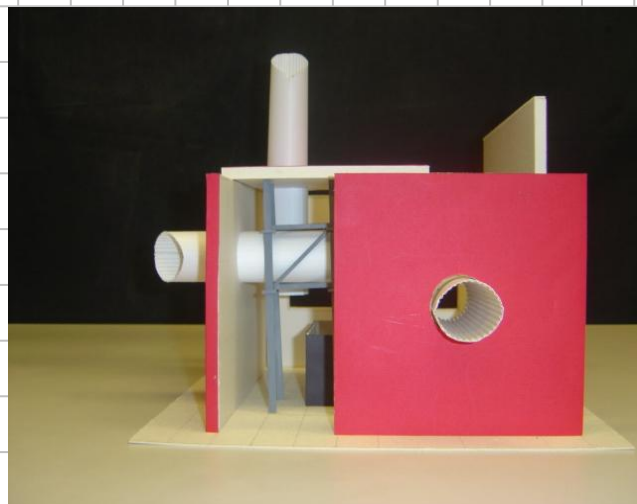


Fig. 5.15

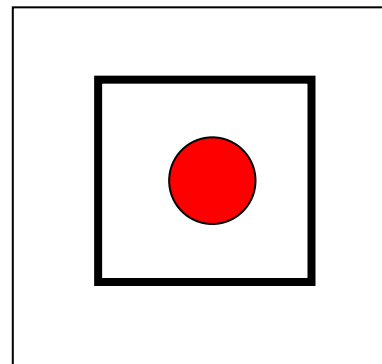
Modelo Tridimensional I



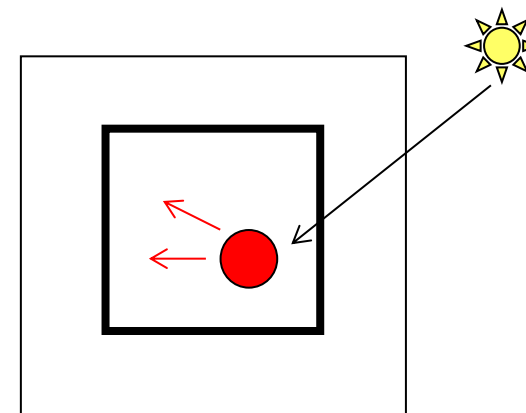
Fig. 5.16

Modelo Tridimensional J

## I) Espacio interior a otro

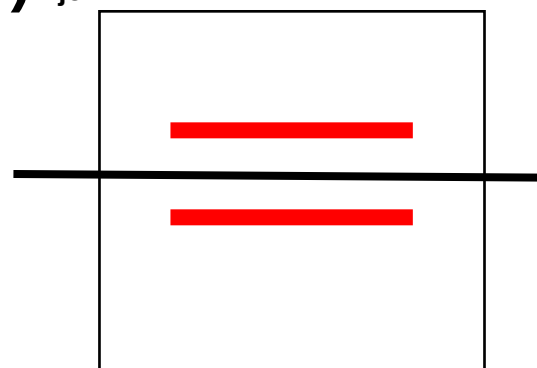


Contraste figura y fondo.

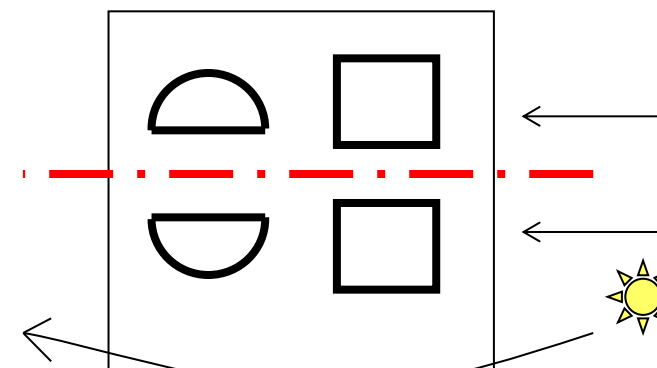


Acumulador térmico vía inercia.

## J) Eje



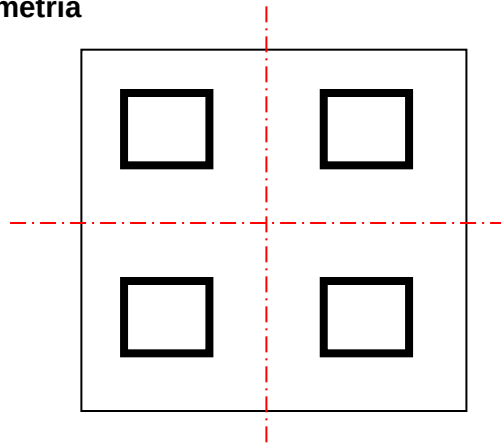
Principio de orden.



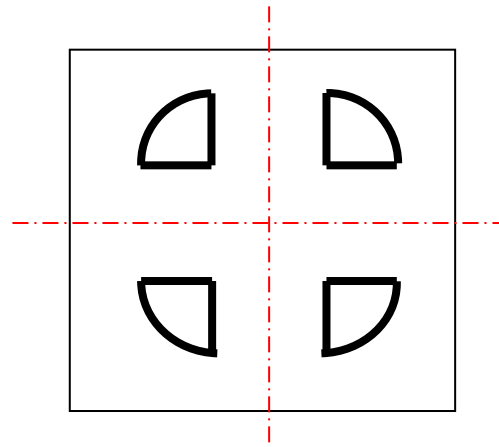
Eje térmico solar y eólico, control solar y canalizador de vientos.

**Fig. 5.18**

**K) Simetría**

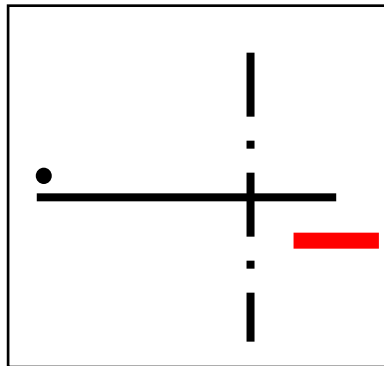


Simetría estática, eje axial.

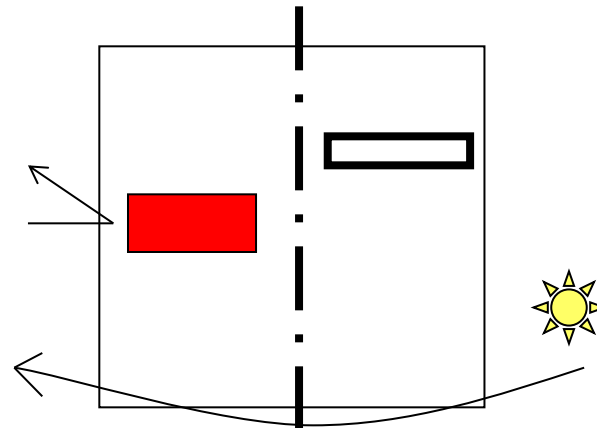


Movimiento solar asimutal para promover o bloquear radiación solar.

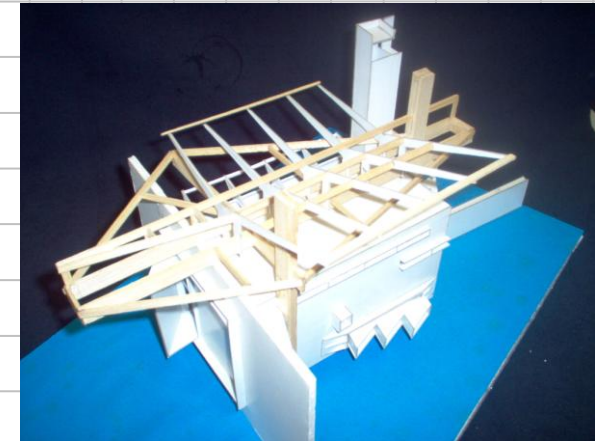
**L) Simetría dinámica**



Eje excéntrico, espacialidad.

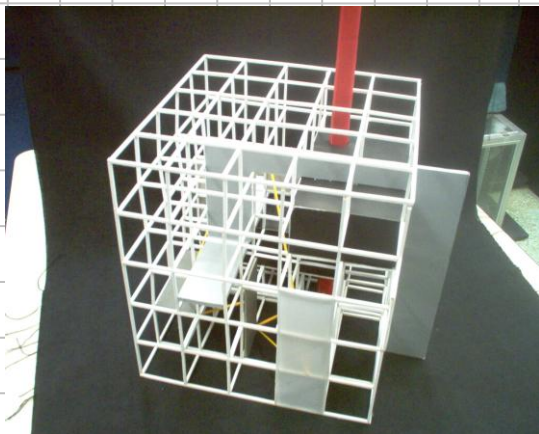


Manipulación del movimiento solar promoviendo espacios tapón.



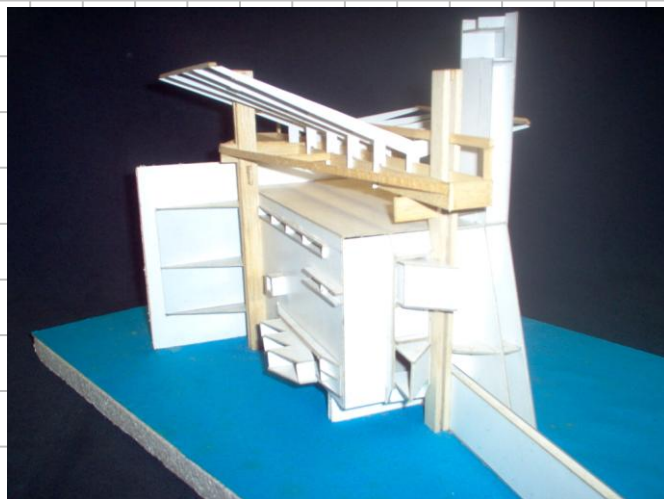
**Fig. 5.19**

**Modelo Tridimensional L**



**Fig. 5.20**

Modelo Tridimensional M

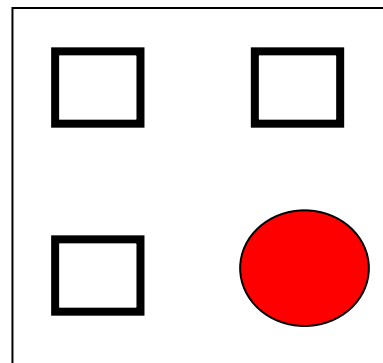


**Fig. 5.21**

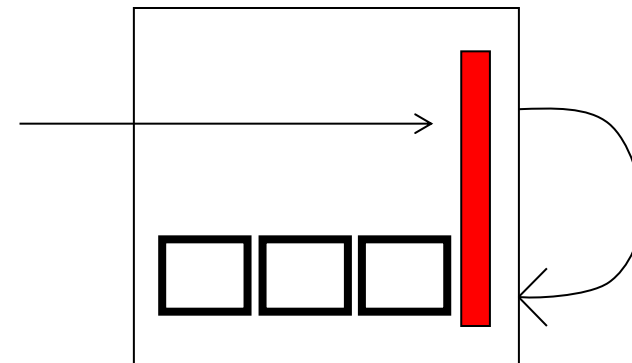
Modelo Tridimensional M-N

**Fig. 5.22**

## M) Jerarquía

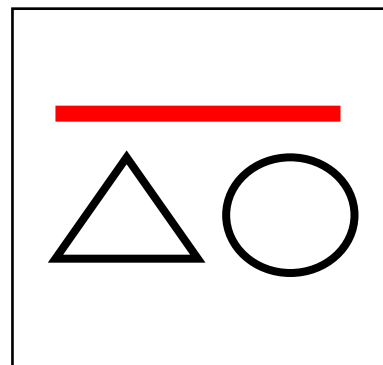


Jerarquía vertical por la situación, tamaño o contorno.

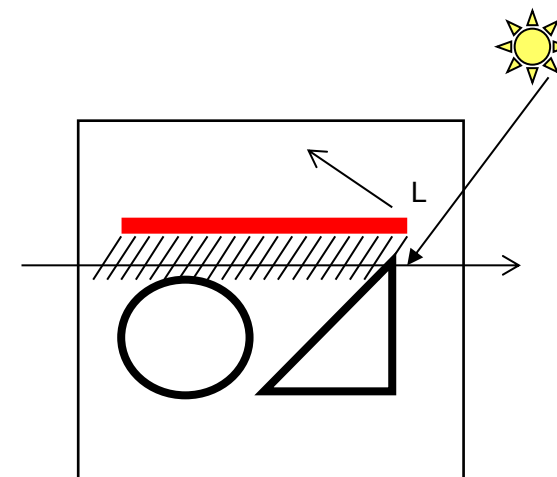


Promueve captores de vientos para optimizar v+; t-

## N) Pauta



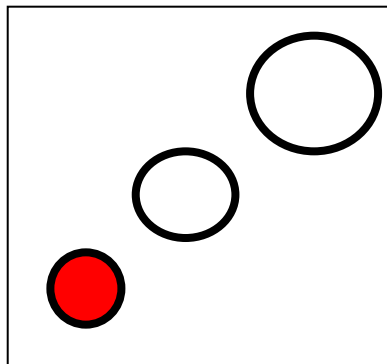
Elemento organizador vertical u horizontal.



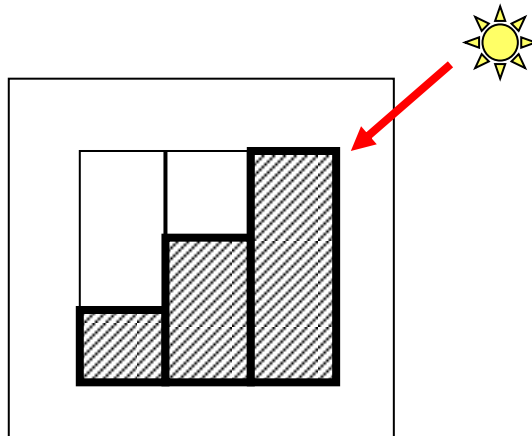
Filtro solar horizontal para reducir ganancia térmicas. Deflector eólico.

**Fig. 5.23**

**O) Ritmo**

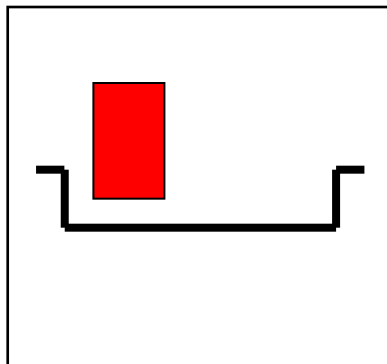


Repetición progresiva de elementos.

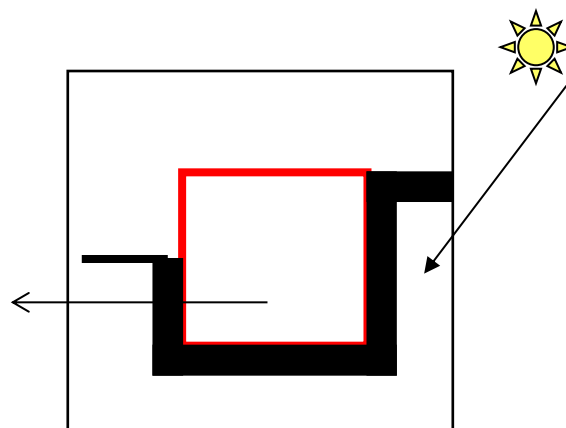


Parteluces bloqueadoras de radiación solar.

**P) Planos deprimidos**



Empotramiento al sitio.



Optimización de la masa térmica para control de intercambios de calor.



**Fig. 5.24**  
Aspecto Interior O-P



**Fig. 5.25**  
Modelos Tridimensionales O-P



## 5.3 CARTA DE BIO-DISEÑO

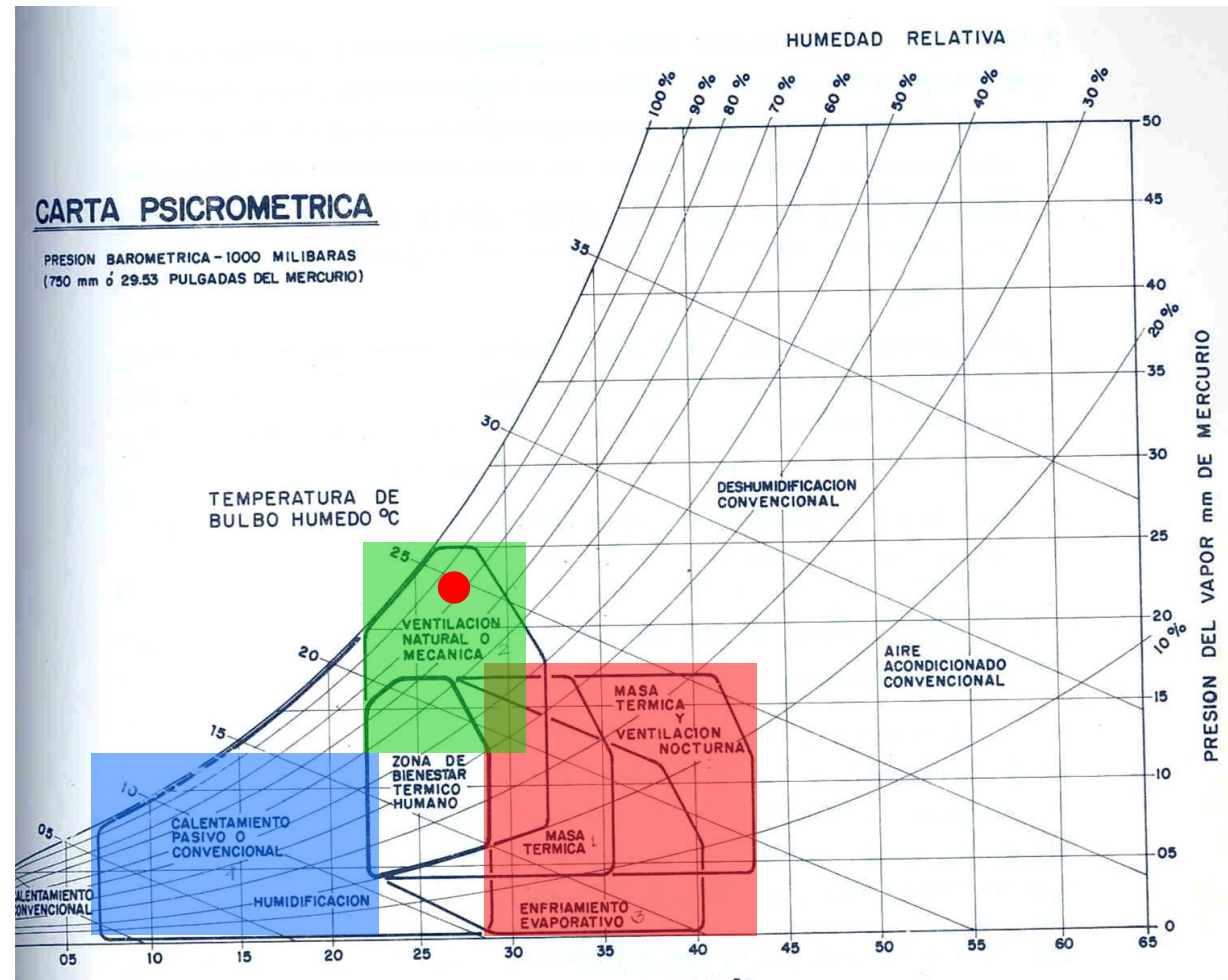
DIAGRAMA 7

- Aplicaciones en climas cálidos-húmedos
- Aplicaciones en climas cálidos-secos
- Aplicaciones en climas fríos

### CONCEPTOS DE FORMAS-FUNCIONALES

- A • Elementos lineales generadores de planos
- B • Tensión espacial manipulado los elementos planos
- C • Coherencia formal
- D • Formas sustractivas
- E • Formas aditivas
- F • Formas aditivas lineales
- G • Articulaciones superficiales
- H • Espacios conexos
- I • Espacio interior a otro
- J • Eje
- K • Simetría
- L • Simetría dinámica
- M • Jerarquía
- N • Pauta
- O • Ritmo
- P • Planos deprimidos

\* Zonas generales que ilustran la interpretación de conceptos de forma, en función de las variables climáticas tbs, t<sub>bh</sub> y hr. (los traslapes de las zonas hablan de flexibilidad de interpretación, no limitada por rangos de temperatura y humedad relativa.



Conceptos de formas-funcionales: relacionados con zonas climáticas y estrategias de climatización (vaciadas en la carta del Dr. Givoni) que nos asocian códigos visuales y aplicación de control ambiental.

Los elementos de la forma: punto, línea y superficie, conforman todas las formas que en la esencia cognitiva entendemos se encuentran en el universo. La composición formal se construye principalmente sobre el tema de la coherencia formal, concepto básico de toda composición; es la relación visual que existe entre las formas geométricas sean bi o tridimensionales, esta relación se da sobre la base de las proporciones o de sistemas de redes, sistemas de relaciones tensionales, además de otros sistemas como el color la textura y demás. La coherencia formal según Bruno Munari: es la conveniencia que existe entre las distintas partes y el todo. Entre las distintas partes que constituyen un objeto y entre los objetos que constituyen el conjunto [...] en el caso de una construcción modular, donde los módulos tienen la misma forma y las mismas dimensiones; en cuyo caso se llaman isomorfos estos elementos modulados también pueden tener formas que peritan múltiples combinaciones consiguiendo así muchas variables del conjunto. Pero la coherencia formal como imagen o comunicación visual no responde de manera unitaria a aspectos puramente configurativos.

El conjunto de materiales, elementos, formas, objetos, y características que mantiene y representa el carácter de una comunidad expresa de manera coherente su forma de vida en general en cuanto a las manifestaciones arquitectónicas y del uso del espacio hacen en sí una forma de coherencia, por ejemplo: el conjunto de casas con cubiertas inclinadas de palma y paredes de adobe, responden de manera coherente al lugar tropical o selvático de la región, el conjunto de espacios habitables en los polos como el iglú también es coherente al clima del lugar, como lo son las casas agrupadas de muros gruesos de adobe o barro y pequeñas ventanas en climas extremosos o las palapa abierta de grandes ventanales para los climas cálidos-húmedos. Esta forma coherente de responder a un clima no nace propiamente de una intención de significar o de representar formalmente una situación compositiva o estética, es solo el resultado de una necesidad de adaptación, sin embargo, son los ojos de quien ve, la mirada informada; la que es capaz de encontrar respuestas en donde todo aparentemente es obvio y pasa desapercibido, [...] lo que sabemos o lo que creemos afecta al modo en que vemos las cosas ....nunca miramos solo una cosa; siempre miramos la relación entre las cosas ( Berger; 2000; p:13 y 14), esta capacidad de los seres humanos nos da la posibilidad de reinterpretar lo que vemos, de reconstruir conceptos y realizar extrapolaciones en la búsqueda de comprender y desarrollar nuevos conocimientos y aplicaciones.



Si somos capaces de extrapolar estos indicios de coherencia formal y conceptos formales, estructurales y funcionales en retrospectiva de casas o de las edificaciones vernáculas con otra mirada; entonces será posible realizar composiciones reinterpretando estos conceptos para la arquitectura actual y la futura. Para ello el uso de la geometría y el conocimiento, el análisis visual y la manipulación gráfica de los componentes arquitectónicos y su vinculación con las experiencias de la arquitectura vernácula que ha dado muestra de resultados positivos serán la herramienta que nos permitirá lograr dicha empresa. En el caso del concepto de coherencia de la forma, esta se puede aplicar en diversas composiciones dependiendo de la organización de sus partes, pues la manera o tipo del agrupamiento será el coeficiente de la forma que impactará en la optimización de intercambio térmico entre el exterior y el interior. Por ejemplo: una composición en coherencia geométrica y visual compuesta en forma alargada, permitirá mayor intercambio térmico con el exterior dado su proporción de alargamiento, así de igual forma permitirá con mayor facilidad el flujo del viento. Por otra parte una forma cuadrangular, compacta y unitaria impedirá el intercambio térmico entre exterior e interior. La primera coherencia formal responderá a un clima cálido humado y la segunda a un clima extremoso. El conjunto de soluciones iguales homeomorfas<sup>15</sup>, similares o catamorfos<sup>16</sup> en un conjunto urbano que responde en forma coherente en composición y que además es eficiente al clima en el que se encuentra, permitirá establecer un conjunto de códigos variado en estado de coherencia formal y sistema de lenguaje dinámico compositivo pero específico (Munari; 1990; p. 142).

15. Definición de Bruno Munari en relación a las formas o elementos que aunque son de diferentes dimensiones pero de formas iguales se pueden combinar de muchas maneras.

16. Formas que siendo distintas, no exactamente iguales, pero que contienen rasgos similares o de la misma familia por la relación interfigural.

La carta de bio-diseño (5.3) nace de la necesidad de potenciar la lectura de la carta psicrométrica del doctor Givoni hacia el sentido de la expresión plástica o el lenguaje visual, dado por los conceptos de formas funcionales ( sección 5.2). Entendiendo como base, que cada contexto climático tiene su esencia, su magia, como lo demuestra lo vernáculo y lo biónico ( sección 1.4).

En el campo arquitectónico donde una parte fundamental es la de la composición, lo bioclimático no puede, ni debe coartar dicha vocación por lo que al fundir o plasmar sobre la carta que se complementa con la información valiosa que trae de base se pretende direccionar que la toma de decisiones geométricas, compositivas, plásticas y expresivas deben tener su coherencia contextual ante las variables climáticas.

La carta de bio-diseño es una primera aproximación de uso que no limita la creatividad, sino la direcciona, para que los objetos arquitectónicos se lean no sólo por aspectos cuantitativos de conductividades o resistencias térmicas, sino por aspectos cualitativos de equilibrios, contrastes, simetrías, coherencias formales, etc. que junto con la tecnología constructiva deben dar en conclusión una arquitectura revalorada en toda su esencia.



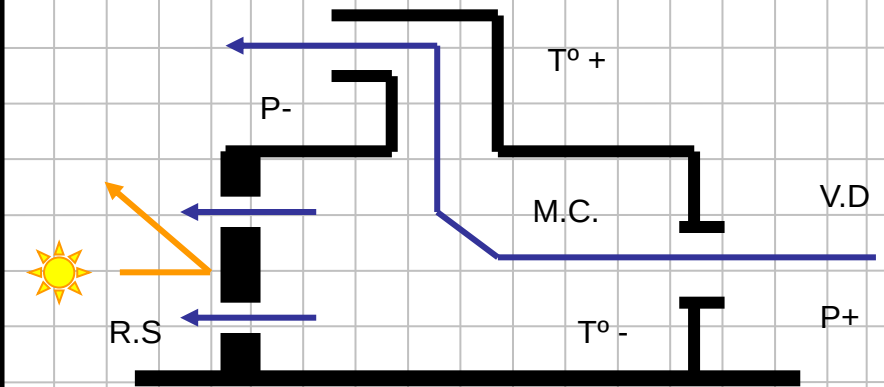
**Fig. 5.26**

Trabajo de la Maestría de Diseño arquitectónico y Bioclimatismo, que sintetizan códigos visuales y fenómenos físicos bioclimáticos. \* Arq. José Luis Freyre Aguilera

Los conceptos de “Formas - Funcionales” (Sección 5.2) descritas, se aplicaron en casos reales de cuatro casas-habitación unifamiliares de interés medio, construidas en la Cd. De Veracruz. Cuya latitud es 19 ° 12’ N, en un contexto climático cálido-húmedo. (Ver carta psicométrica, sección 1.4 y carta de bio-diseño sección 5.3).

El objetivo es demostrar que dentro del desarrollo profesional, se debe dar coherencia a la labor como docente (con lo que se dice y se hace) plasmando edificios que demuestren congruencia al entorno climático, lógica ante la geometría solar, permeabilidad al movimiento de aire, reducción a los efectos conductivos térmicos y enfatizando la indiscutible vocación que tiene la arquitectura de comunicar, permitiendo demostrar la fusión de códigos de diseño (como vocabulario visual) que son consecuencia de estrategias bioclimáticas (sección 5.2 y 5.3) manipulados compositivamente en pro de la síntesis expresiva de los objetos arquitectónicos, comprobando el hecho fenoménico de la arquitectura. Dando pauta a estrategias metodológicas, en la didáctica del diseño, para potenciar los productos arquitectónicos con énfasis en lo bioclimático.

Todas las casas expuestas son de geometría euclidiana, sin que por ello se entienda que lo topológico, o lo proyectivo no tiene vocación bioclimática. Sino todo lo contrario, en la búsqueda morfológica de los objetos, las diferentes geometrías son altamente desarrollables en una lógica bioclimática.



**Fig. 5.27**

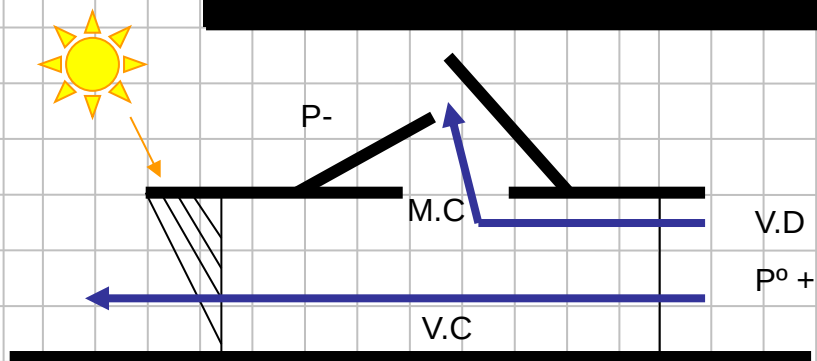
### Esquema conceptual

Casa Euclidiana 1 y 2 (Sección 5.4 y 5.6).

**V.D=** Vientos dominantes

**R.S=** Radiación solar

**M.C =** Movimiento convectivo



**Fig. 5.28**

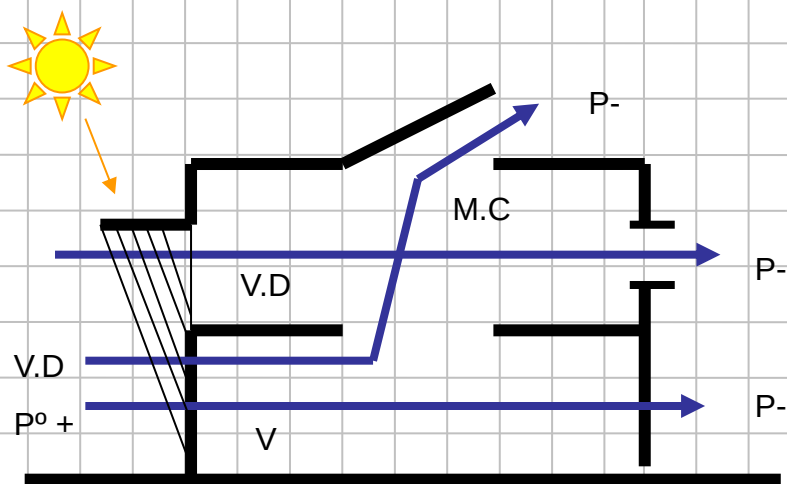
### Esquema conceptual

Casa de lámina (Sección 5.5).

**V.D=** Vientos dominantes

**V.C=** Ventilación cruzada

**M.c =** Movimiento convectivo



**Fig. 5.29**

### Esquema conceptual

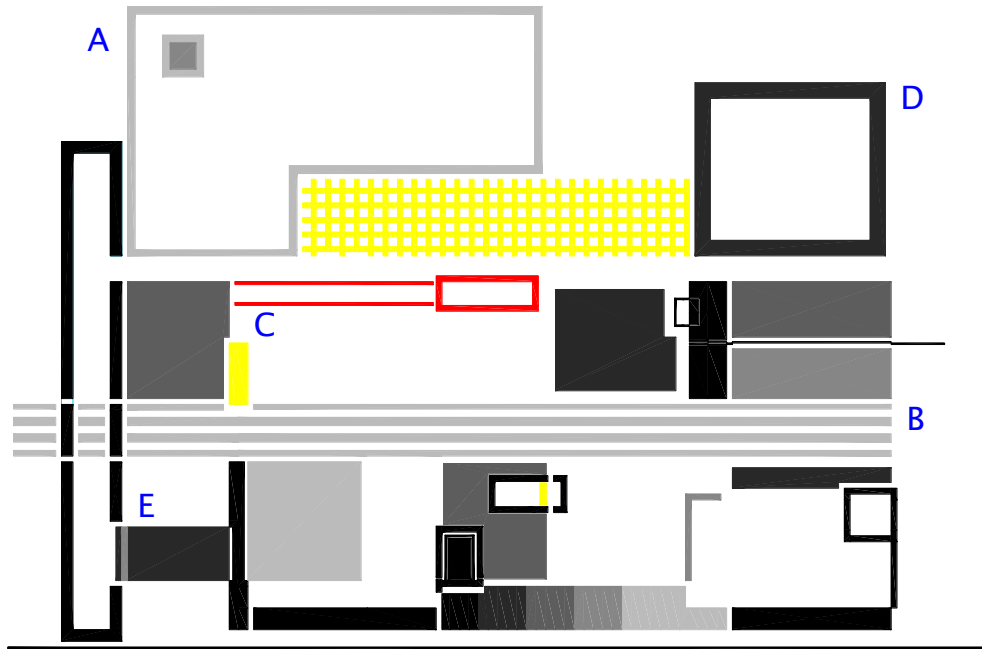
Casa - es + (Sección 5.7).

Por ejemplo, lo topológico puede incidir en coeficientes de formas, por lo tanto en compactaciones que favorecen a los intercambios térmicos, lo proyectivo nos expresa una asociación inmediata con lo aerodinámico y lo euclidiano, como en el caso de estas cuatro casas, con el movimiento del aire, al deflectorlo con planos compositivos que dan tensión espacial, que así mismo promuevan sombras y un carácter “extrovertido”, como lo inspira lo tropical.

Son casas que responden a orientaciones diferentes, unas más en defensa o bloqueo de la radiación solar por orientaciones oeste (casa euclidiana 1 y 2) y otras que favorecen más la incidencia de los vientos dominantes (casa de lámina y casa - es +), sin embargo la búsqueda como estrategia general bioclimática (ver carta psicométrica sección 1.4 y carta de bio-diseño sección 5.3) en las cuatro casas, es la promoción de sombras y la optimización del movimiento de aire, para incidir en la reducción de los niveles de humedad relativa que caracterizan al clima cálido-húmedo. (HR= 80% Promedio).

A continuación se describen gráficamente las estrategias bioclimáticas utilizadas, así como la relación con los modelos iconográficos físicos experimentales (capítulo 3) como la parte preliminar de su aprehensión significativa. La localización del elemento que las promueve, y los conceptos de formas-funcionales (ver sección 5.2) aplicados como parte de su síntesis compositiva y de su expresión plástica. Este apartado nos comprueba la factibilidad de integrar códigos de formas con estrategias bioclimáticas, como parte de un mismo momento en la concepción de la arquitectura.

## 5.4 CASA EUCLIDIANA 1



**Fig. 5.30**

**Con cualidades reflectivas para responder al oeste**

- A Promueve movimiento convectivo por gradiente térmico.
- B Dispositivo de sombra horizontal
- C Superficie vidriada remetida p/reducir incidencia solar.
- D Espacio tapón térmico (servicio)
- E Zona de sombra



**Fig. 5.31**

**Fachada principal**

## 5.4 CASA EUCLIDIANA 1

### Expresiones

- E.** Formas aditivas
- D.** Substracción formal
- O.** Ritmo



**Fig. 5.32**



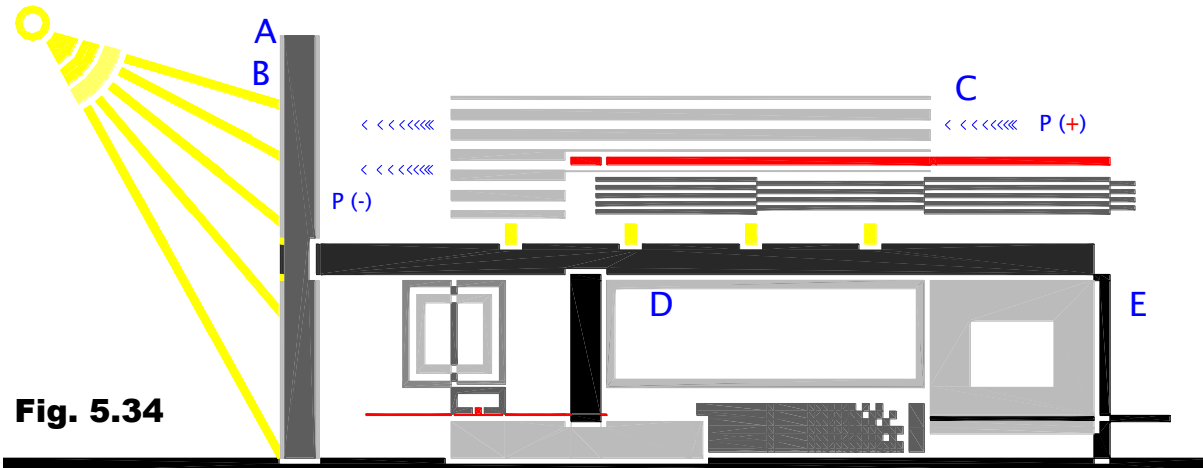
**Fig. 5.33**

APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE FORMAS-FUNCIONALES:

**E / D / O**



## 5.5 CASA DE LÁMINA



**Fig. 5.34**

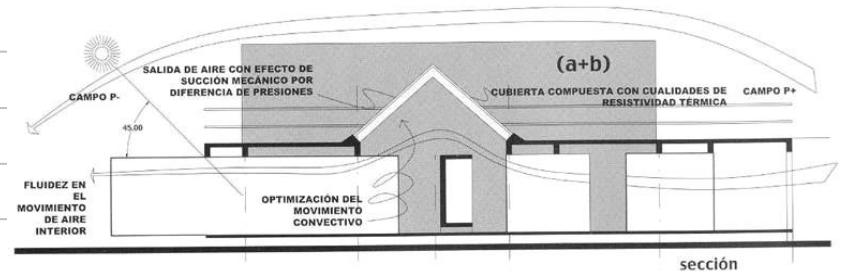
**Optimizadora de movimiento de aire en sus cinco fachadas.  
Manipulando tensiones espaciales y planos paralelos.**

- A Plano bloqueador de la radiación solar incidente del oeste
- B Plano deflector eólico
- C Inyección de aire orientada a los vientos dominantes
- D Superficie vidriada sin efecto invernadero
- E Filtro solar



**Fig. 5.35**

**Fachada principal**



**Fig. 5.36**

**Alzado lateral**

## 5.5 CASA DE LÁMINA

### Expresiones

- A.** Elementos lineales
- B.** Tensión espacial
- C.** Coherencia formal
- L.** Simetría dinámica
- O.** Ritmo



Fig. 5.37

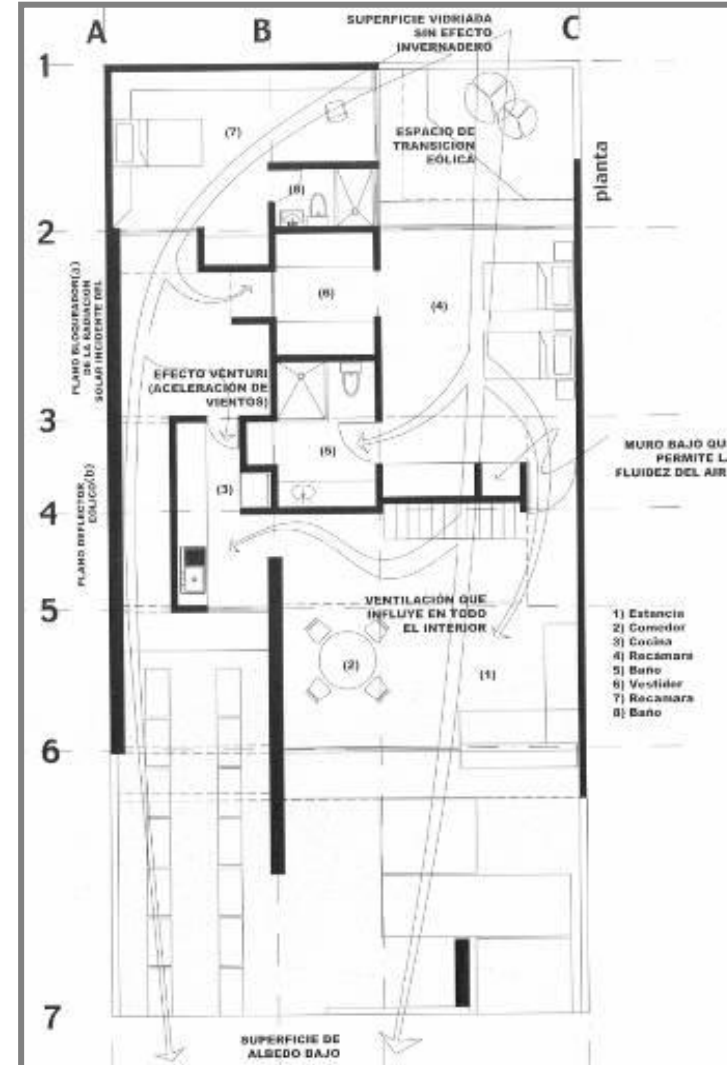
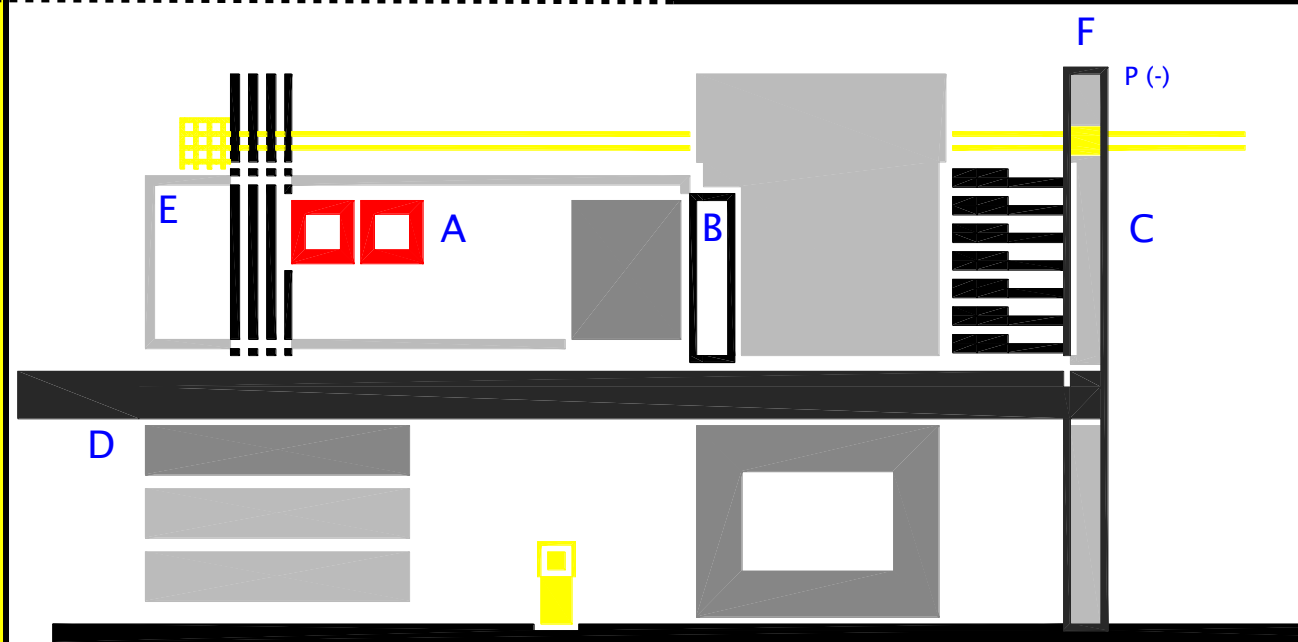


Fig. 5.38

APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE FORMAS-FUNCIONALES:

A / B / C / L / O



Hermética hacia el oeste para reducir ganancias térmicas por radiación solar

Fig. 5.39

- A Reducción de superficie vidriada y remetidas para reducir efecto invernadero.
- B Dispositivo vertical de sombra.
- C Dispositivo vertical de sombra.
- D Espacio de servicio como tapón térmico
- E Muro grueso para reducir conducción; color blanco para aumentar reflexión; con textura para reducir intensidad reflectiva.
- F Salida de aire caliente por succión térmica y mecánica (zona de sombra de viento)



Fig. 5.40

Fachada principal

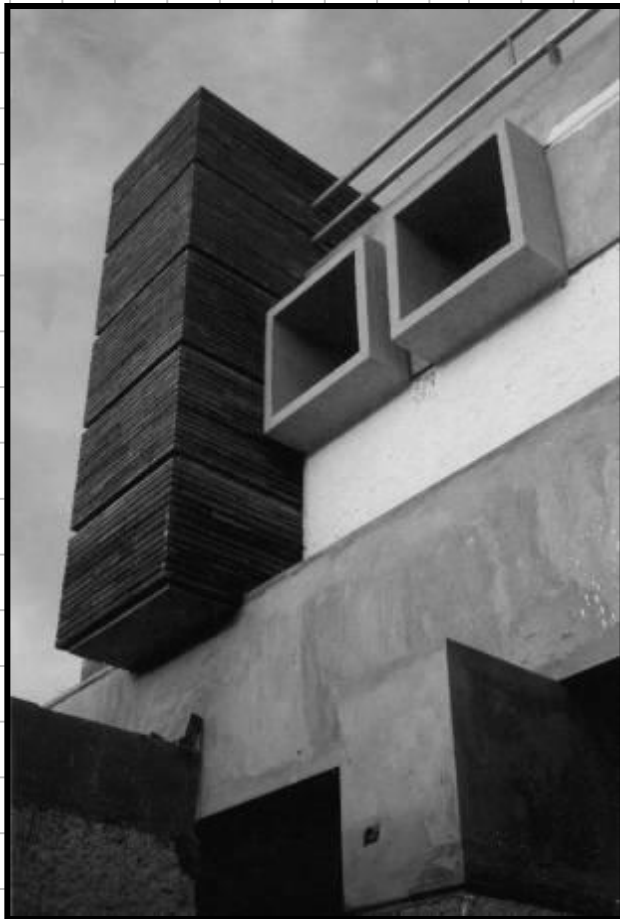
## 5.6 CASA EUCLIDIANA 2

### Expresiones

**B.** Tensión espacial

**D.** Substracción formal

**G.** Articulaciones formales



**Fig. 5.41**

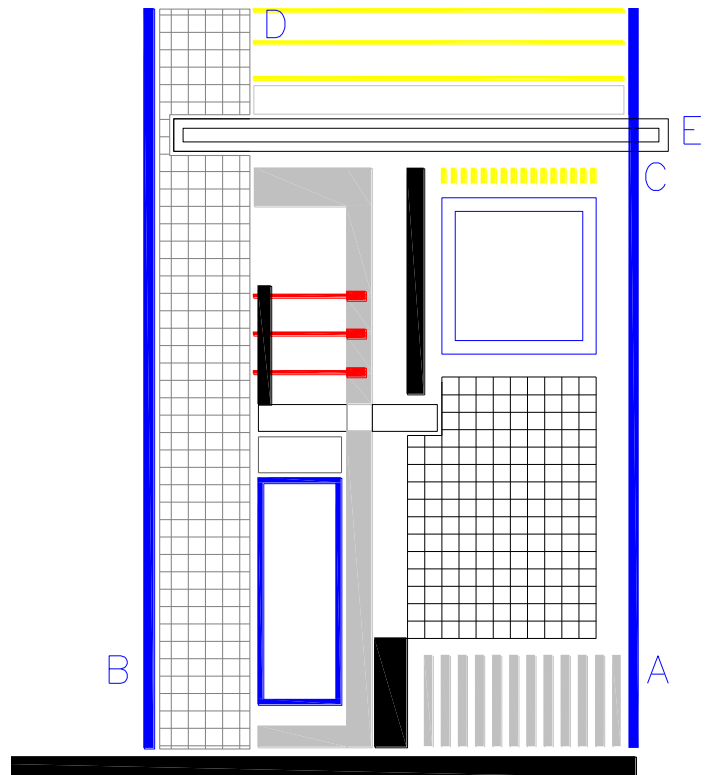


**Fig. 5.42**

APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE FORMAS-FUNCIONALES:

**B / D / G**

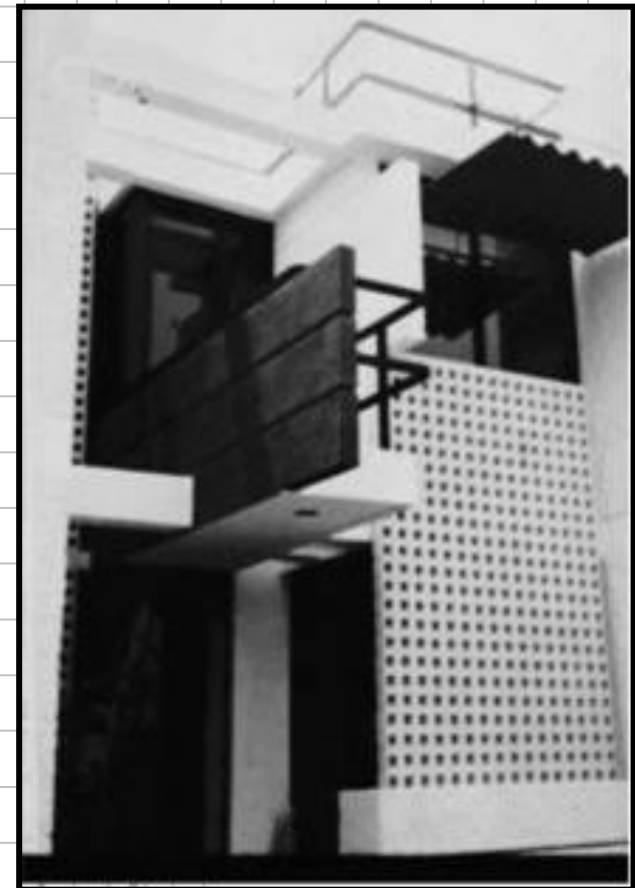
## 5.7 CASA “ - ES + ”



**Fig. 5.43**

**Optimización de ventilación y sombras.**

- A Celosía/filtro solar
- B Aleta inductora de vientos hacia el interior
- C Dispositivo solar y eólico móvil
- D Elemento de succión eólica
- E Elemento estructural/protección solar



**Fig. 5.44**

**Fachada principal**

**( Medalla de Oro, 1ra. Bienal Estatal 2001)**

## 5.7 CASA “ - ES + ”

### Expresiones

- A.** Elementos lineales
- B.** Tensión espacial
- C.** Coherencia formal
- H.** Espacios conexos
- L.** Simetría dinámica

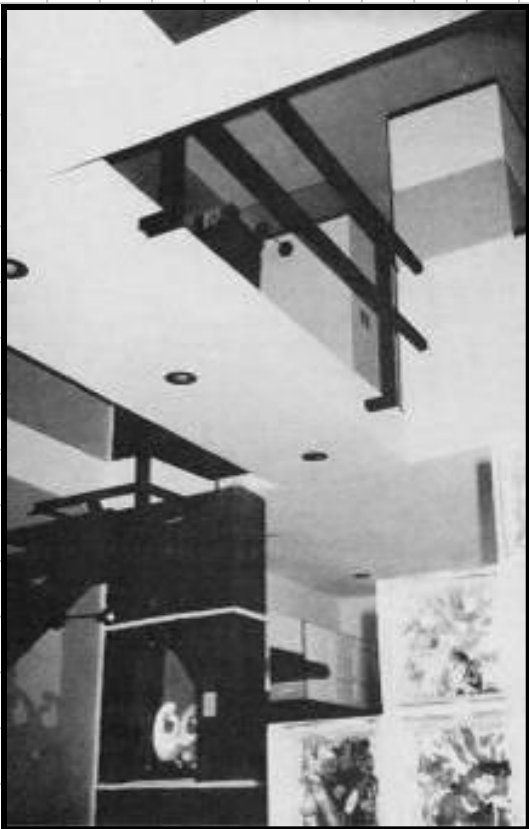


Fig. 5.45

p b

1. Estancia
2. Comedor
3. Cocina
4. Estudio
5. Recámara
6. Alcoba
7. Baño

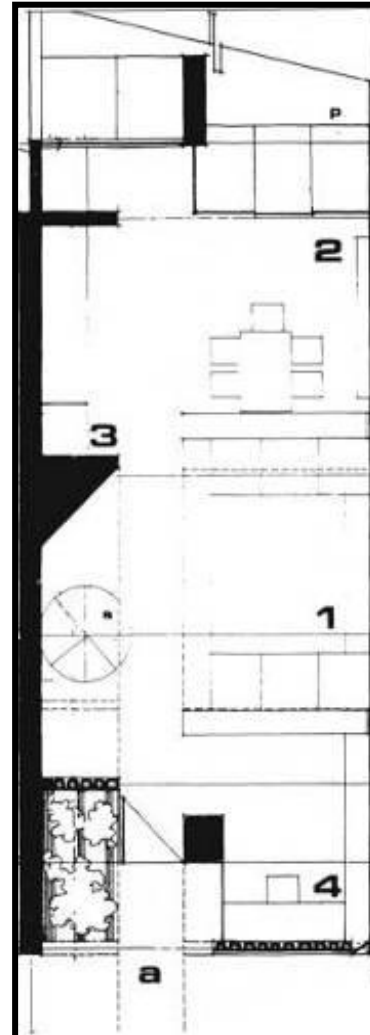
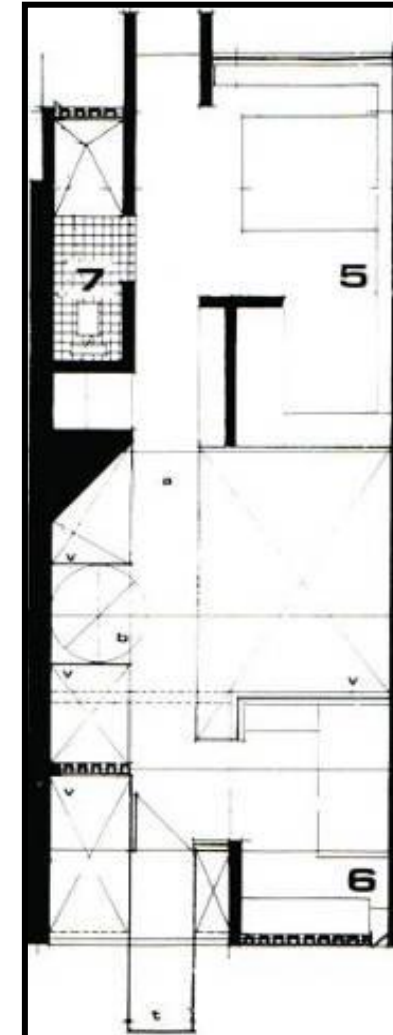


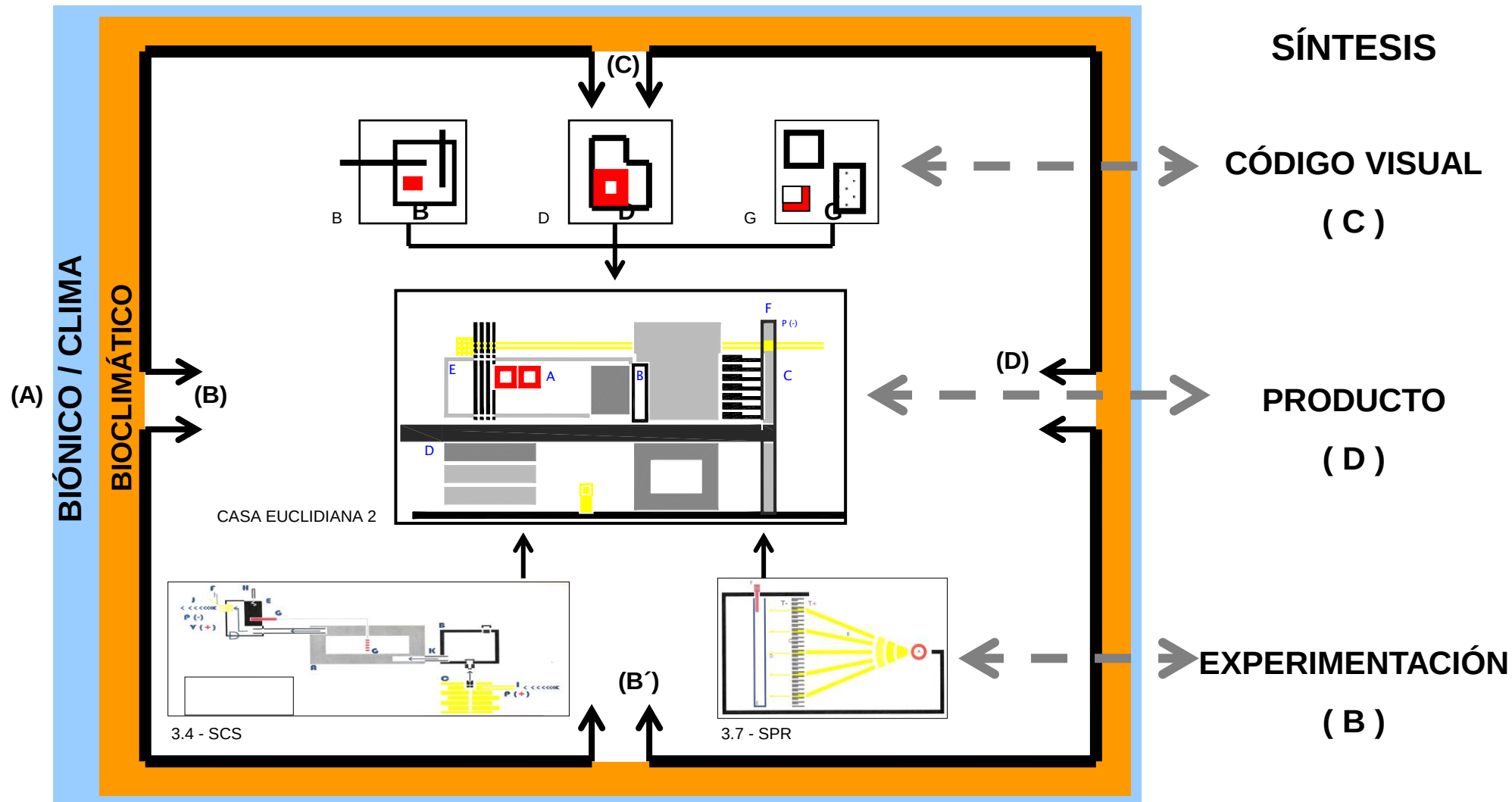
Fig. 5.46

p a



APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE FORMAS-FUNCIONALES:

A / B / C / H / L





Podemos concluir en un diagrama operativo de síntesis que nos ilustre todos los pasos que se han venido desarrollando:

- A) El contexto desencadenador de ideas, el gran inspirador que es la propia naturaleza y los seres que la integran, punto que a través de la biónica se le da cause hacia el diseño creativo y significativo.
- B) El campo de acción bioclimático que no es otra cosa más que proyectar con sentido común al entorno los objetos arquitectónicos.

El diagrama presenta otras entradas en su operatividad B' que es la experimentación, en este caso los modelos iconográficos 3.4-SCS y 3.7-SPR. La entrada C que se refiere a los códigos visuales, y por lo tanto a su expresividad, asociados en este caso con los conceptos de formas funcionales B, D, G y su síntesis arquitectónica aplicada a la casa euclidiana 2, donde el modelo 3.4-SCS se aplica en el cubo de escalera como zona de succión térmica y el modelo 3.7-SPR con el criterio de bloqueo de radiación solar ya sea por dispositivos de sombra como por masa térmica. Demostrando la aplicabilidad de la carta de bio-diseño al tener los conceptos B,D de la zona verde como uso de ventilación y el G de la zona roja traslapada con la verde para neutralizar la conductividad térmica de la radiación solar incidente del oeste por masa, color y textura.

Dando un ejemplo de uso y de facilidad de entendimiento del fenómeno arquitectónico y bioclimático. A continuación se explica el proceso de gestión y síntesis a través de los modelos iconográficos de las casas expuestas.

## CASAS EUCLIDIANA 1 Y 2

Partiendo de la necesidad de solucionar arquitectónicamente un programa que cubra las necesidades de una familia de 4 miembros, con una capacidad de inversión media-alta, dentro de un fraccionamiento residencial los proyectos debían satisfacer los requerimientos de tres recámaras, sala familiar, estancia, comedor, cocina, zona de servicios, cochera para dos autos y dos baños y medio, dentro de un estilo de formas geométricas básicas pero en busca de una expresión compositiva dinámica. Bajo sistemas constructivos tradicionales de muros de tabique de barro recocido, losas nervadas y masas de piedra. La prioridad de las casas era su funcionalidad operativa como climática.

Ante estos requerimientos había que dar respuesta a las condicionantes de un clima cálido-húmedo donde las **estrategias bioclimáticas básicas son el promover movimiento de aire, proyectar sombras y reducir conductividades.**

Estos fenómenos son factibles hacerlos sensibles al usuario (como proceso de enseñanza) desde la fase de análisis del proceso de proyectación arquitectónica. En este caso estos proyectos están asociados a los sistemas pasivos de climatización como estrategias de enfriamiento: **sistemas de succión térmica y sistema de proyectación de sombras.**

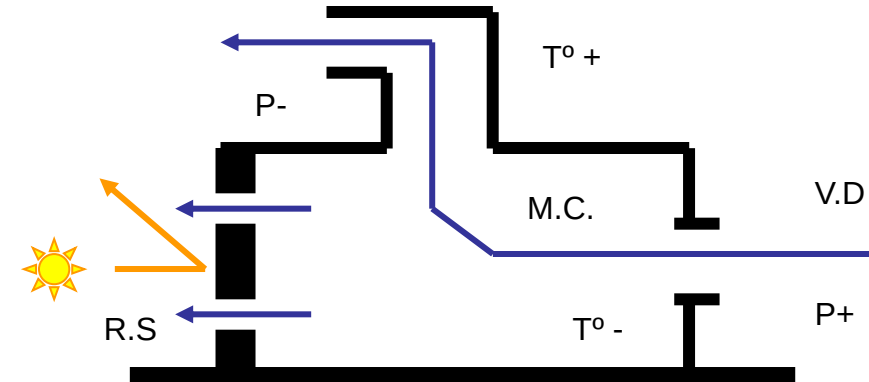


Fig. 5.27

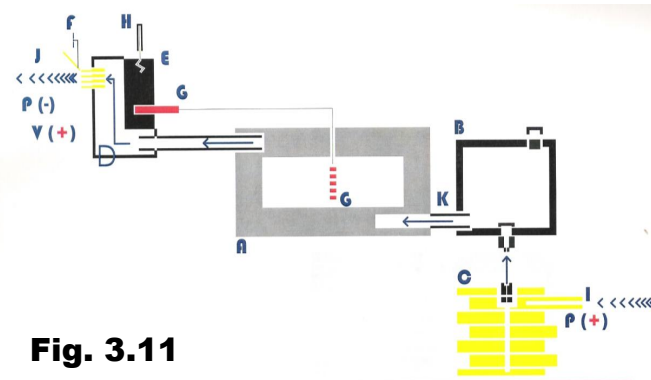


Fig. 3.11

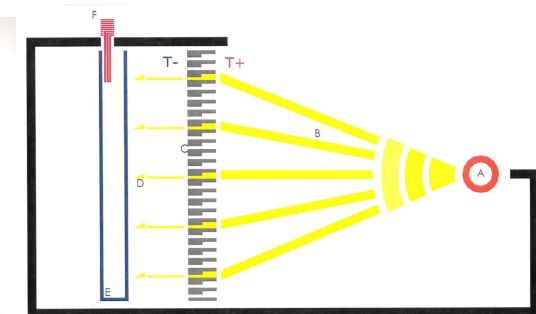
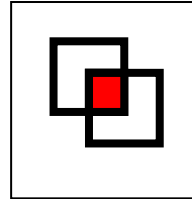


Fig. 3.18

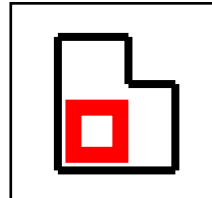
Paralelo a la conceptualización y experimentación de los fenómenos físicos se abstraen los conceptos de formas funcionales que puedan expresar coherencia significativa con la intencionalidad de los componentes arquitectónicos para sintetizar la composición final y por lo tanto la temática expresiva que la suma de códigos visuales darán. En este caso los **códigos regentes son: las formas aditivas, las sustracciones formales, el ritmo, tensión espacial y articulaciones superficiales.**

## E) Formas aditivas



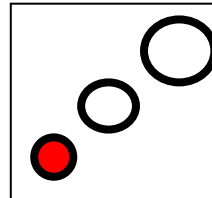
Adiciones por contacto, ensamble o agrupación.

## D) Formas sustractivas



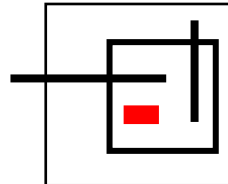
Sustracciones formales verticales y horizontales.

## O) Ritmo



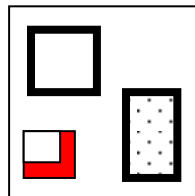
Repetición progresiva de elementos.

## B) Tensión espacial manipulando los elementos planos

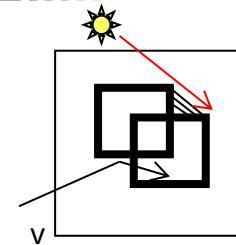


Forma dinámica vía tensión espacial horizontal o vertical.

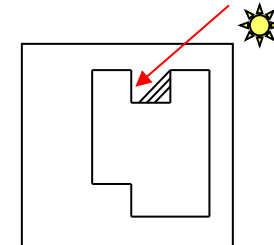
## G) Articulaciones superficiales



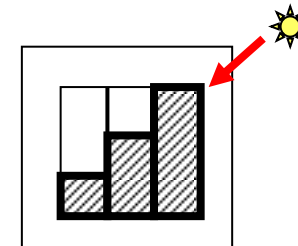
Textura (micro-macro), color, ritmo, expresión.



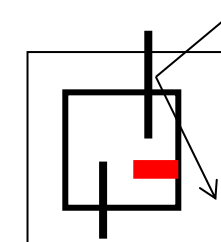
Autoprotección solar y eólica, relieves de sombra.



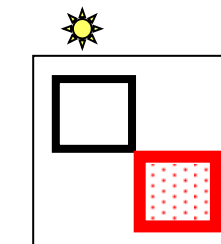
Remetimientos proyectadores de sombra.



Parteluces bloqueadoras de radiación solar.



Deflectores eólicos que promueven disipación térmica convectiva; mayor tiempo de contacto por turbulencias.

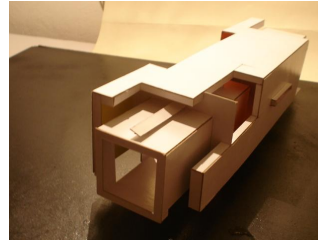


Optimizar reflexiones, reducir intensidad del ángulo de reflexión, reduce ganancia térmica al aumentar el porcentaje de sombra.

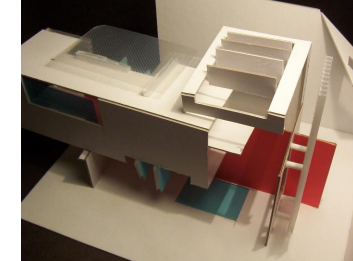
En la fusión de los conceptos bioclimáticos con los códigos visuales se desarrolla el modelo iconográfico geométrico-compositivo donde a su vez se va enriqueciendo con otros atributos esenciales como **el color, las texturas, la estructura y la proporción.**

Representando el modelo conceptual que da pauta a la composición final, donde los elementos compositivos se posicionan en función de los fenómenos bioclimáticos a promover como del aspecto plástico a expresar (fase sintética).

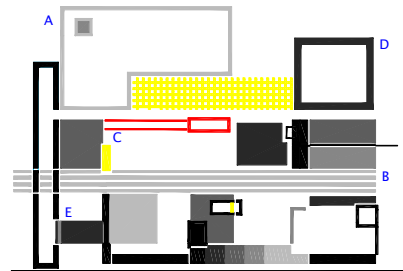
Dando como resultado una síntesis arquitectónica de una casa que expresa hermetismo al oeste, que es su fachada principal, planos desfasados que direccionan líneas de fuerza y promueven sombras, así como deflectan viento, movimiento de aire conductivo, en una lectura de simetría dinámica dentro del lenguaje euclidiano.



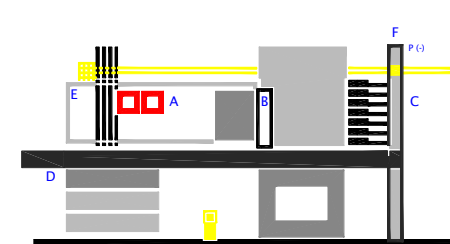
**Fig. 5.9**  
Modelo  
Tridimensional C-D



**Fig. 5.13**  
Modelo  
Tridimensional G



**Fig. 5.30**  
Con cualidades  
reflectivas para  
responder al  
oeste



**Fig. 5.39**  
Hermética hacia  
el oeste para  
reducir  
ganancias  
térmicas por  
radiación solar



**Fachada principal**

**Fig. 5.31**



**Fachada principal**

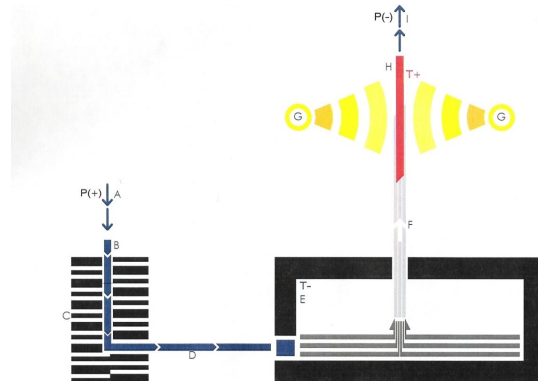
**Fig. 5.40**

## CASA DE LÁMINA

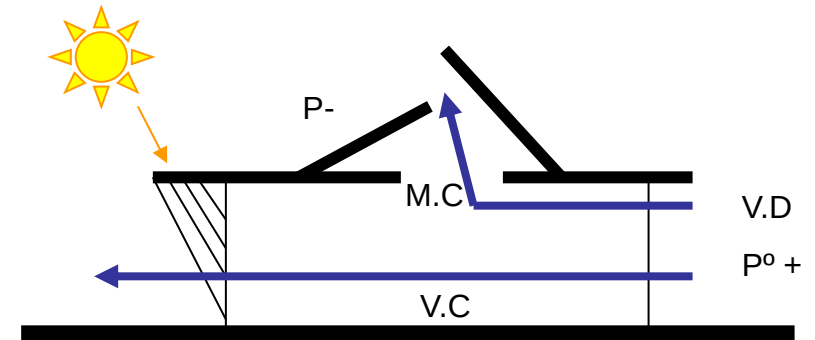
Partiendo de altas restricciones de costos se proyecta una casa para 3 personas, que reutiliza materiales de “desecho” en algunos componentes del edificio, como la cubierta a dos aguas y acabados interiores.

La casa responde a una orientación sur en su fachada principal dentro de un fraccionamiento residencial de la ciudad de Veracruz; con un programa básico de sala, comedor cocina, 2 recámaras, 2 baños completos y zona de lavado, cochera y jardín. Y debe dar respuesta a un clima cálido-húmedo, pretende en su concepción general rescatar los conceptos vernáculos del trópico y por lo tanto optimizar al máximo el movimiento de aire y la proyección de sombras.

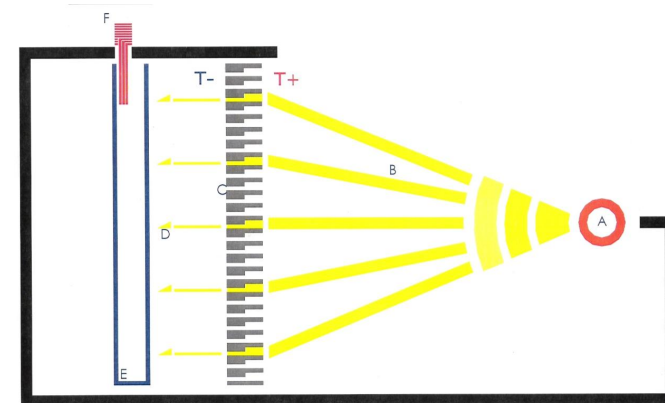
Para tal efecto y haciendo énfasis en el procedimiento de los modelos iconográficos y las formas funcionales. La sensibilización experimental de los sistemas pasivos regentes del diseño son los asociados con el modelo: sistema de ventilación que permite observar los principios básicos de la mecánica de viento dados por zonas de presión positivas y negativas y por succiones térmicas, así como el modelo que enfatiza la importancia de los dispositivos de sombra **para contrarrestar efectos de transferencia térmica.**



**Fig. 3.14**



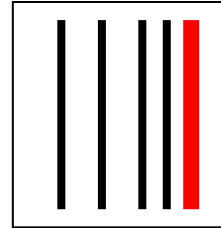
**Fig. 5.28**



**Fig. 3.18**

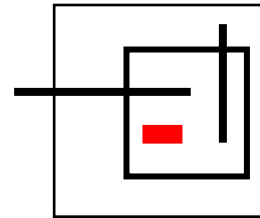
De manera simultanea a la determinación de las estrategias pasivas de climatización se desarrolla la conceptualización formal-funcional de los componentes geométricos para su figuración morfológica, los cuales manipulan como elementos regentes acordes en su mensaje visual a las intenciones bioclimáticas, los siguientes elementos lineales, tensión espacial, coherencia formal, simetría dinámica y ritmo.

## A) Elementos lineales generadores de planos



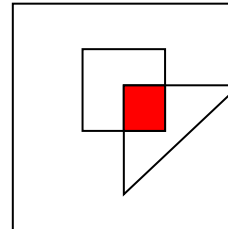
Las líneas paralelas definen planos.

## B) Tensión espacial manipulando los elementos planos



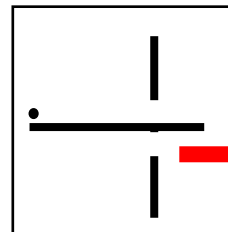
Forma dinámica vía tensión espacial horizontal o vertical.

## C) Coherencia formal



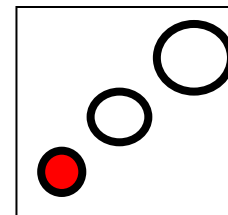
Creación de formas regulares o irregulares.

## L) Simetría dinámica

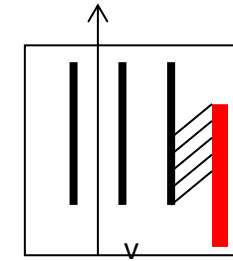


Eje excéntrico, espacialidad.

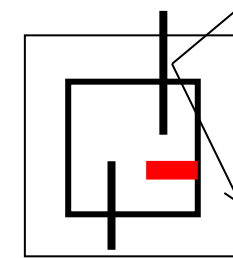
## O) Ritmo



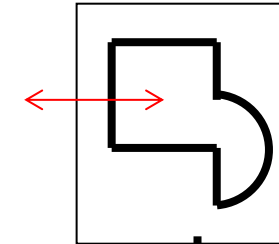
Repetición progresiva de elementos.



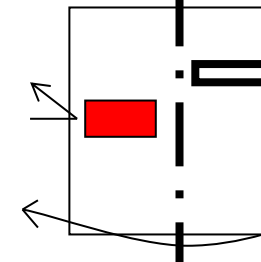
Filtro solar u ordenador de flujos.



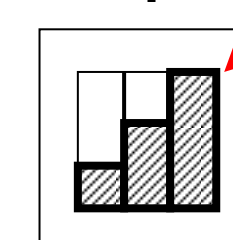
Deflectores eólicos que promueven disipación térmica convectiva; mayor tiempo de contacto por turbulencias.



Coefficiente de forma. Optimizador de intercambio térmico entre el exterior y el interior.

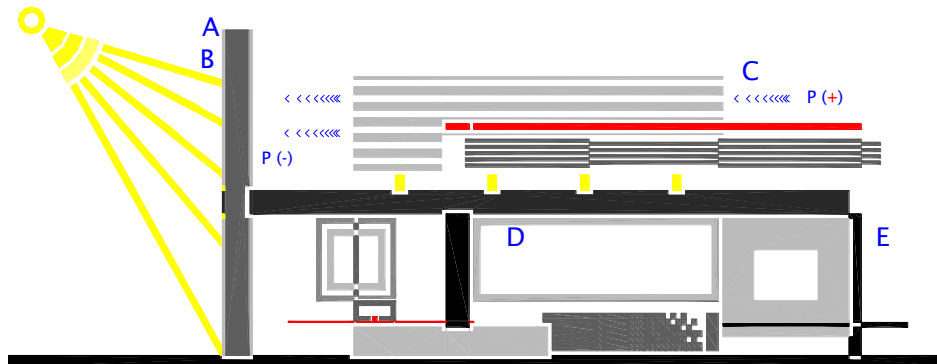


Manipulación del movimiento solar promoviendo espacios tapón.



Parteluces bloqueadoras de radiación solar.

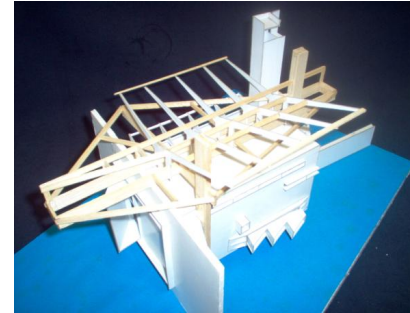
La manipulación de estos conceptos de formas-funcionales, bajo el control de trazos reguladores que controlan el campo de composición nos permite generar el modelo iconográfico geométrico inspirador de la composición final.



**Fig. 5.34** Optimizadora de movimiento de aire en sus cinco fachadas. Manipulando tensiones espaciales y planos paralelos.

Sintetizando una casa que expresa extrovertismo, dinamismo, abierta a movimiento de aire, de espacios interiores continuos, que rescata la tipología “simple” de las casas a “dos aguas” respondiendo a altas restricciones de costos, con un proyecto compacto en lo funcional, y básico en su morfología.

**Fig. 5.35**



**Fig. 5.19**  
Modelo Tridimensional L

Este modelo refleja constantes de diseño como respuesta a la búsqueda de eficiencia eólica con una lectura formal que te asocia a lo tropical y da pauta a la composición final de la casa donde los elementos expresivos del dinamismo de la misma, cumplen una función clara del bloqueo de la radiación solar y de la deflexión y aceleración del viento.

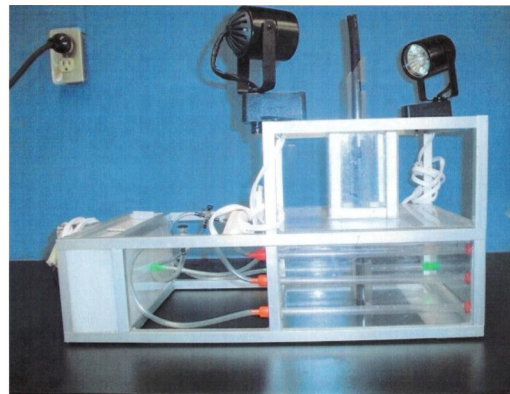




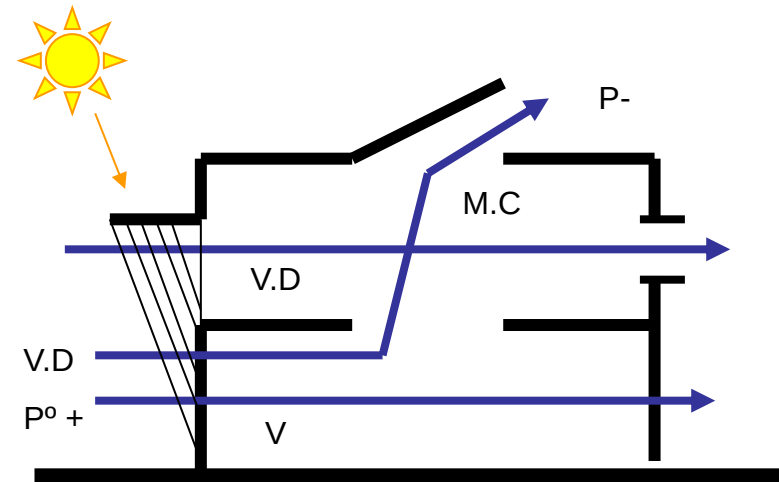
### CASAS – ES +

El referente económico de inversión para la realización de esta casa es el costo de la vivienda tipo interés social, proyecto que se desarrolla en un terreno de 4.00 mts de frente con orientación de su fachada principal al este en un clima cálido-húmedo. Este proyecto debía satisfacer un programa básico de cochera, estancia, comedor, cocina, estudio, 2 recámaras, 1 baño completo y zona de lavado. Para 3 miembros de la familia. Igual que en los casos anteriores, las prioridades bioclimáticas, fueron abatir los índices de humedad relativa, optimizar al máximo la ventilación horizontal y vertical, así como la reducción de superficie vidriadas a la radiación solar.

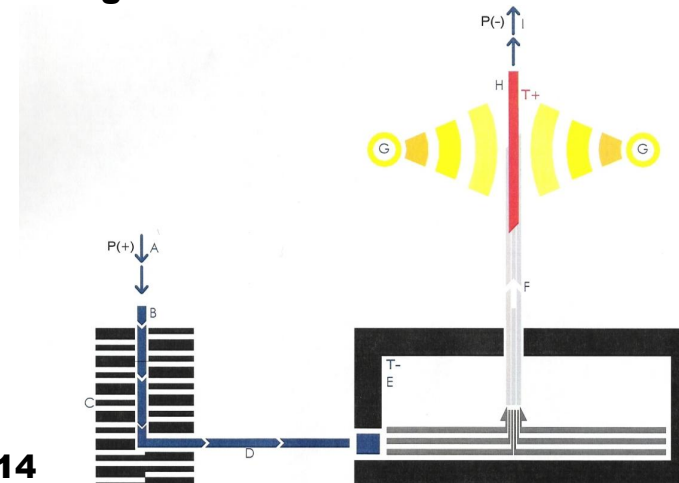
En su aspecto termo-físico los modelos iconográficos regentes son los que permiten experimentar la mecánica de vientos y los dispositivos de sombra.



**Fig. 3.13**



**Fig. 5.29**

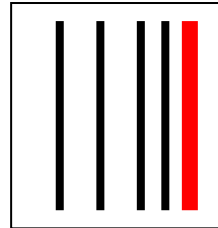


**Fig. 3.14**

Como parte de responder a las condicionantes bioclimáticas como a la restricción dimensional de la casa, el objetivo formal debía de hablar de dinamismo y espacialidad.

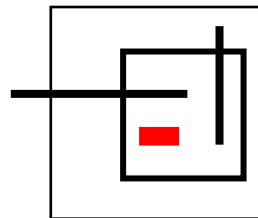
Los códigos visuales manipulados para tal efecto son: elementos lineales, tensión espacial, coherencia formal, espacios conexos, simetría dinámica.

## A) Elementos lineales generadores de planos



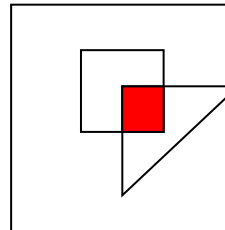
Las líneas paralelas definen planos.

## B) Tensión espacial manipulando los elementos planos



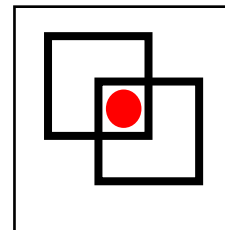
Forma dinámica vía tensión espacial horizontal o vertical.

## C) Coherencia formal



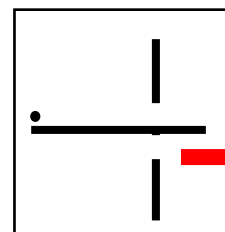
Creación de formas regulares o irregulares.

## H) Espacios Conexos

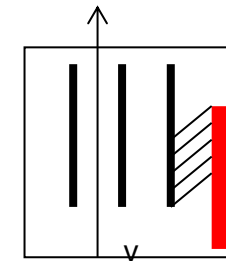


Dinámica y flujo espacial.

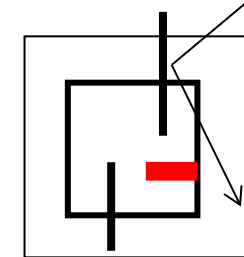
## L) Simetría dinámica



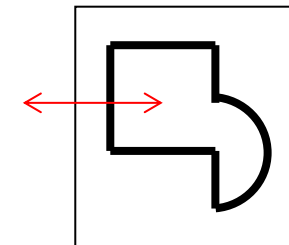
Eje excéntrico, espacialidad.



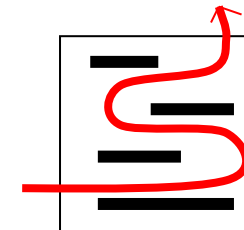
Filtro solar u ordenador de flujos.



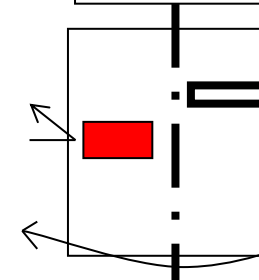
Deflectores eólicos que promueven disipación térmica convectiva; mayor tiempo de contacto por turbulencias.



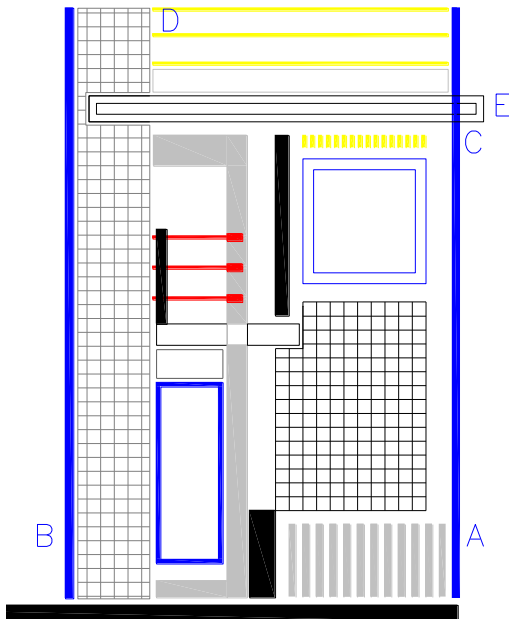
Coefficiente de forma. Optimizador de intercambio térmico entre el exterior y el interior.



Optimizador del flujo de aire P(+); P(-), movimiento convectivo.



Manipulación del movimiento solar promoviendo espacios tapón.

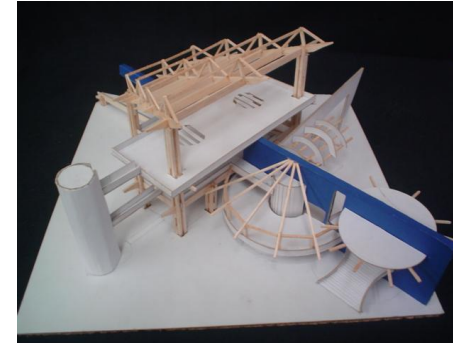


Estos conceptos de formas funcionales fusionado con las intenciones bioclimáticas permite la experimentación iconográfica de configuraciones geométricas que permiten ver la lógica en la fusión de ambas líneas de búsqueda, la expresión y lo bio - funcional.

Como consecuencia de la fase analítica que integra los elementos de solución a los problemas planteados (usuarios- costos- clima) se sintetiza la composición final, que exprese el cometido del proyecto.

**Fig. 5.43**  
Optimización de ventilación y sombras.

Dando como resultado una casa compacta en términos dimensionales, con sensación de amplitud en términos espaciales, donde la doble altura (como espacio conexo), promueve la ventilación vertical, con succión térmica neutralizando la estratificación, así mismo, el efecto conductivo de la losa nervada, se ve reducida en su influencia al interior (trm), por aporte de altura y fluidez eólica que los espacios permiten, al no ser herméticos, sino depender de paredes movibles, el proyecto por lo tanto simplifica claramente que la expresividad de un objeto arquitectónico si puede comunicar sus intenciones bioclimáticas como parte del proceso creativo de abstracción.



**Fig. 5.14**  
Modelo Tridimensional H



**Fig. 5.44**

**“ Arquitectura es el espacio que se habita, no la forma que se ocupa.**

**Cuando se debe ocupar una forma preexistente y el alma se apropia de ella, la inaugura, la habita, es entonces y solo entonces, que esa forma se transforma en arquitectura”.\***

### PRÁCTICA Y APLICACIÓN DIDÁCTICA

\* <http://architechum.edu.mx>

Los proyectos que a continuación se presentan, (productos del taller integral de nivel 8 y 9 semestre) intentan plasmar de manera objetiva, cómo una postura de enseñanza-aprendizaje (lo iconográfico como significativo), puede dar propuestas de alto nivel propositivo, demostrando con ello, que la conciencia bioclimática del quehacer arquitectónico, al justificar su valor real social, con la adición de conceptos de diseño en su didáctica experimental vía modelos iconográficos físicos y geométricos, logran fusionarse y dar una lectura, un lenguaje visual, que enfatiza las cualidades plásticas, la lógica funcional y las prospectivas de una búsqueda arquitectónica.

En todos los casos se leen conceptos, como parte del vocabulario visual (sección 5.2), como dinamismo, extrovertismo, contraste, pauta, espacios conexos, sustracciones formales, tensiones espaciales, simetría, geometría euclidiana, dinámica, eje rector, etc. Plasmando una síntesis arquitectónica de alto valor estético con la coherencia funcional del sistema integral como respuesta a un contexto climático cálido-húmedo. \*

Esto permite comprobar una “dialectica-didáctica” (profesor-alumno-profesor) como consecuencia de vivenciar los fenómenos físicos, geométricos y expresivos (plásticos) como cualidades indisolubles del quehacer arquitectónico refrendando el hecho significativo de la relación enseñanza-aprendizaje y lo fenoménico de lo arquitectónico.

\* Ver carta de biodiseño sección 5.2 y 5.3

Es de orgullo comentar que este método repercutido de las enseñanzas del Doctor Joel Olivares Ruíz ha permeado en nuestra escuela en dos direcciones, de la maestría de diseño arquitectónico y bioclimatismo hacia la licenciatura y viceversa, como consecuencia de la temporalidad y los diferentes niveles de experiencia de los estudiantes.

En la escuela de arquitectura de la Universidad Cristóbal Colón siendo directivo de la misma (1999-2003) y apoyado por un gran equipo que conformaba la academia se logra modificar el plan de estudios e incidir en los trabajos recepcionales de titulación, permitiendo la interacción de la maestría y la licenciatura y en pro de un “proyecto de escuela”, que fue un objetivo como directivo de la licenciatura.

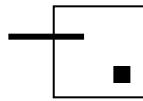
Los trabajos aquí presentados productos de la interacción alumno-maestro, plasma también ese hecho al romper esquemas tradicionales de diseño y al tener una mayor capacidad de ver a futuro las posibilidades del que hacer arquitectónico en este caso con énfasis en el bioclimatismo.

Este proceso didáctico se sintetiza en una tabla metodológica que integra la concepción visual de la forma y la concepción bioclimática como parte del proceso significativo de aprendizaje donde la forma y función se funden en un fenómeno bioclimático-arquitectónico.

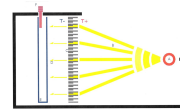
Esta tabla sistematiza un proceso dialéctico que va de la fase analítica a la fase sintética integrando los siguientes puntos:

1. **Análisis ontológico léxico de los conceptos de diseño** (descripción semántica del concepto).
2. **Definición del concepto bi y tridimensional, esencia cognitiva a partir de la teoría del diseño** (explicación y esquemas gráficos bi y tridimensionales del o los conceptos).
3. **Análisis de la forma estructural, esencia de la materialidad de la función, la estructura y la forma del concepto** (explicación y esquemas de la función desde la visión estructural y sus aplicaciones en la materialidad).
4. **Traducción al lenguaje bioclimático de la física de la visión a la física bioclimática** (explicación de la relación entre el significado semántico desde la óptica de la física bioclimática con la percepción de la visión).
5. **Generación de alternativas aplicativas a casos específicos** (desarrollo metodológico del diseño).
6. **Selección de la propuesta final** (propuesta de modelo).

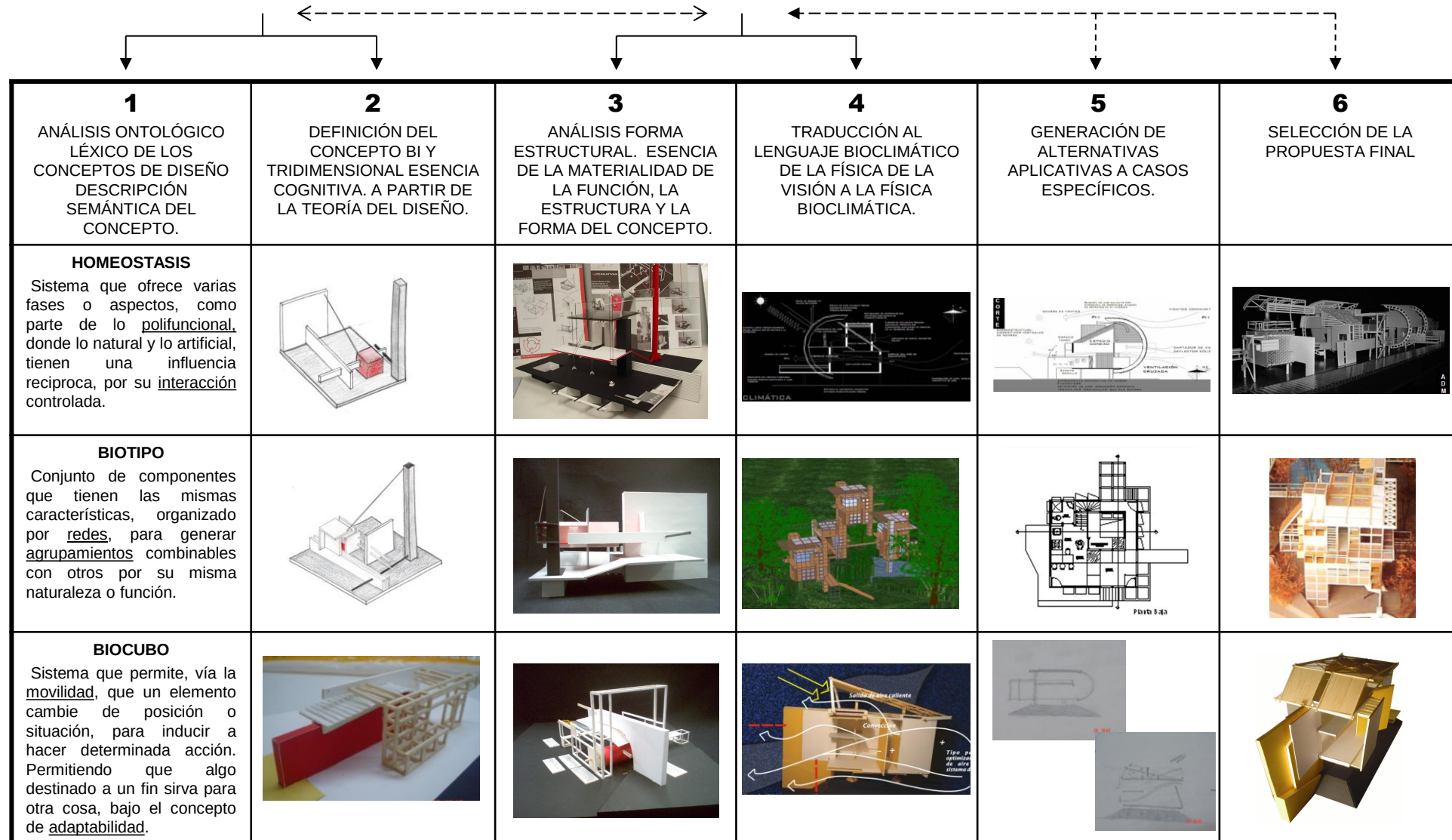




## CÓDIGOS VISUALES / MODELOS GEOMÉTRICOS



## MODELOS EXPERIMENTALES

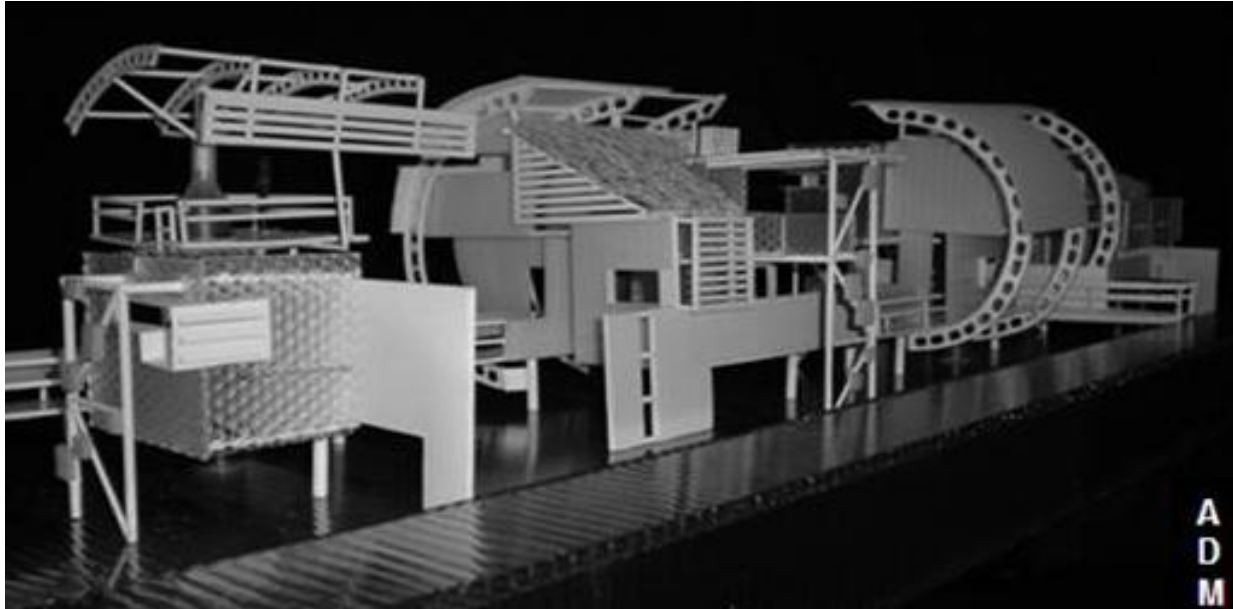


FASE ANALÍTICA

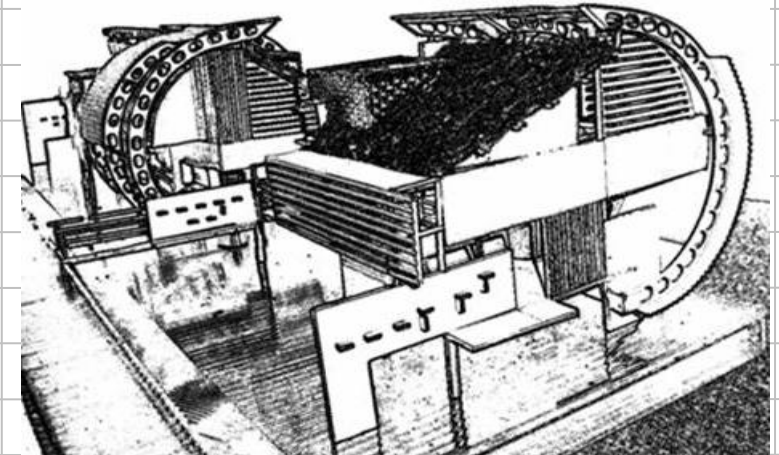
FASE SINTÉTICA

RETROALIMENTACIÓN DIALÉCTICA

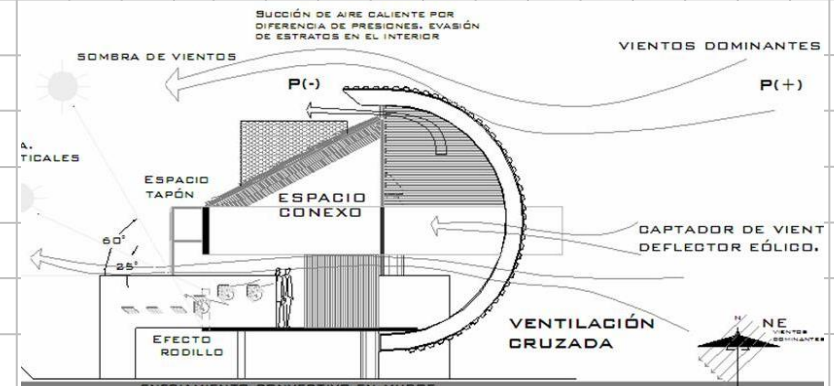
## 6.1 HOMEOSTASIS ARQUITECTÓNICA



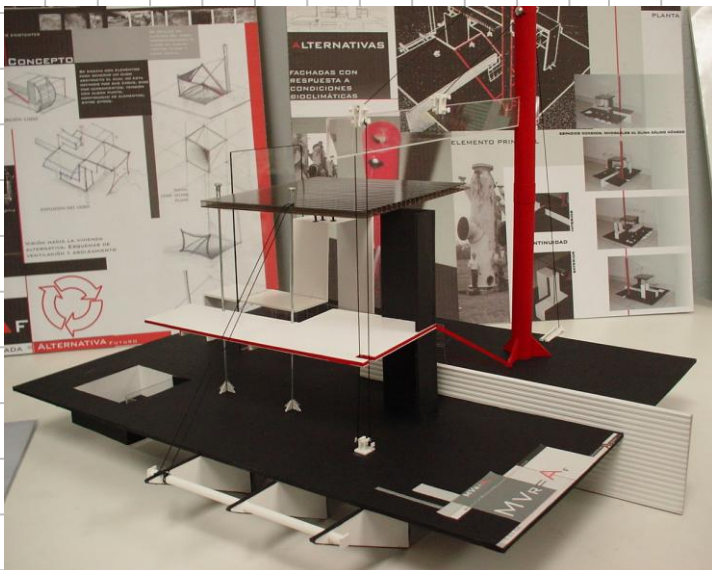
**Fig. 6.1**



**Fig. 6.2**



**Fig. 6.3**



**Fig. 6.4**

Este proyecto pretende dar una visión prospectiva del quehacer arquitectónico, al plantear una solución que integra múltiples disciplinas, dando como respuesta un objeto que lo podemos definir no sólo bioclimáticamente, sino biológicamente.

El proyecto se concibe como una entidad más, de un ciclo ecológico completo. Se desplanta en zonas lacustres, para dar respuesta de uso al suelo y potenciar sectores urbanos que en muchos casos quedan como espacios residuales de las ciudades.

Interactúa con la biología de los cuerpos de agua, no impactándolos, y sí aprovechando características de generación micro climática de producción de plantas vía la hidroponia orgánica, la piscicultura (como respuesta social) y en sus aspectos geométricos, expresa el cometido aerodinámico, en el sentido de promover movimientos de aire controlados, vía succiones, patrones de vientos, en su afán de contrarrestar altos niveles de humedad relativa, así como promover las máximas proyecciones de sombras.

El conjunto se integra por módulos interconectados, que dan pauta a un crecimiento constante dentro del cometido funcional del edificio, que es el de un centro de investigación donde el edificio en sí como las actividades que se dan en él son demostrativas al tener un cometido didáctico en el ámbito de la ecología, en pro de la sustentabilidad, demostrando el gran valor de la interacción:

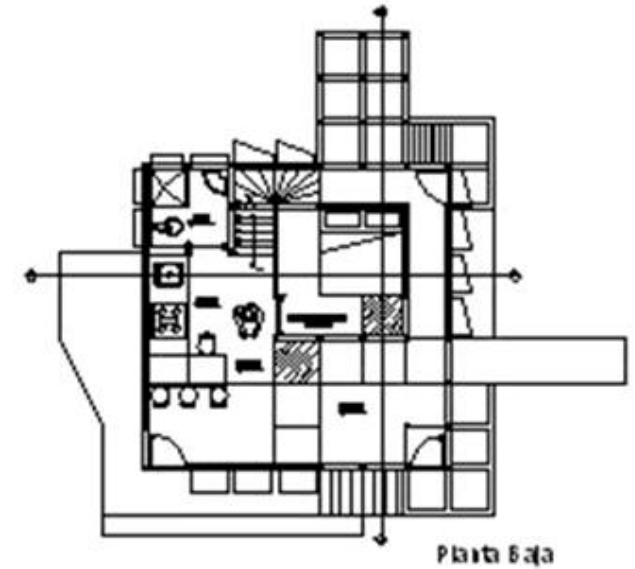
Hombre-Naturaleza-Arquitectura



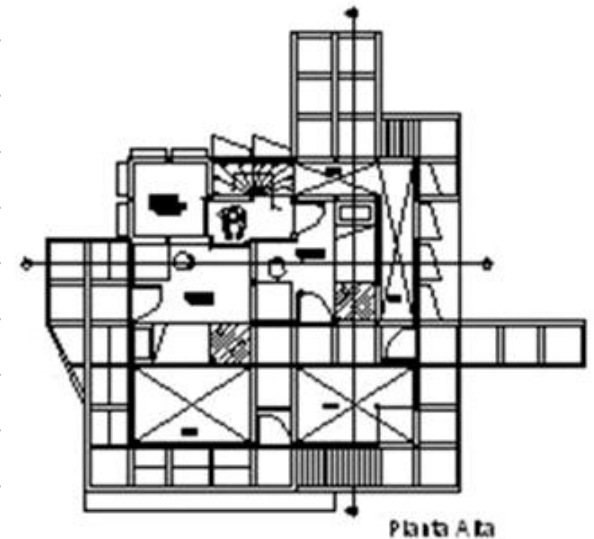
## 6.2 BIOTIPO ARQUITECTÓNICO TODO TERRENO



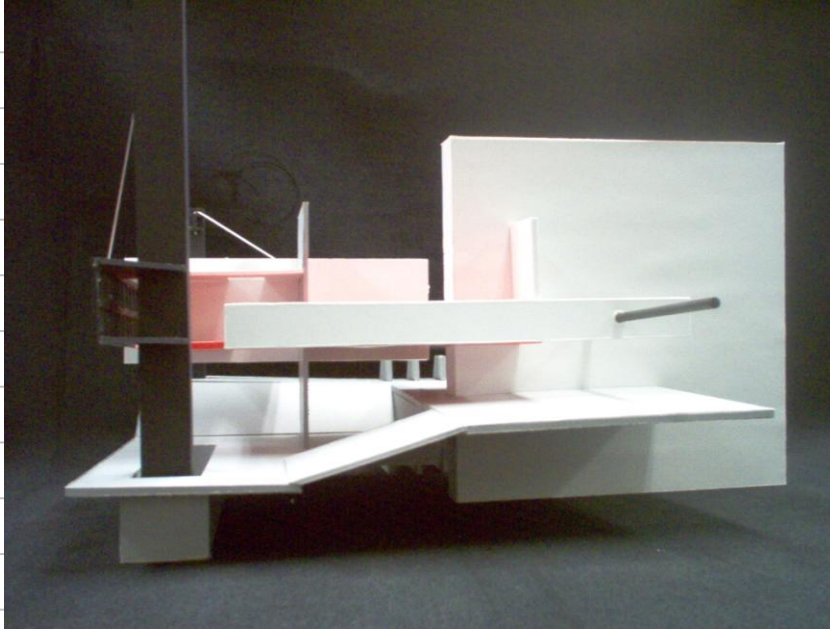
**Fig. 6.5**



**Fig. 6.6**



**Fig. 6.7**



**Fig. 6.8**

### **Modelo iconográfico geométrico**

Partiendo del hecho de que el respeto a la naturaleza debe ser premisa básica en la concepción arquitectónica, este proyecto expresa en su esencia ese cometido, al buscar interactuar e integrarse al medio ambiente natural, inicialmente vía la integración por contraste geométrico, manipulando formas cúbicas como células interconectadas con cualidades multidireccionales.

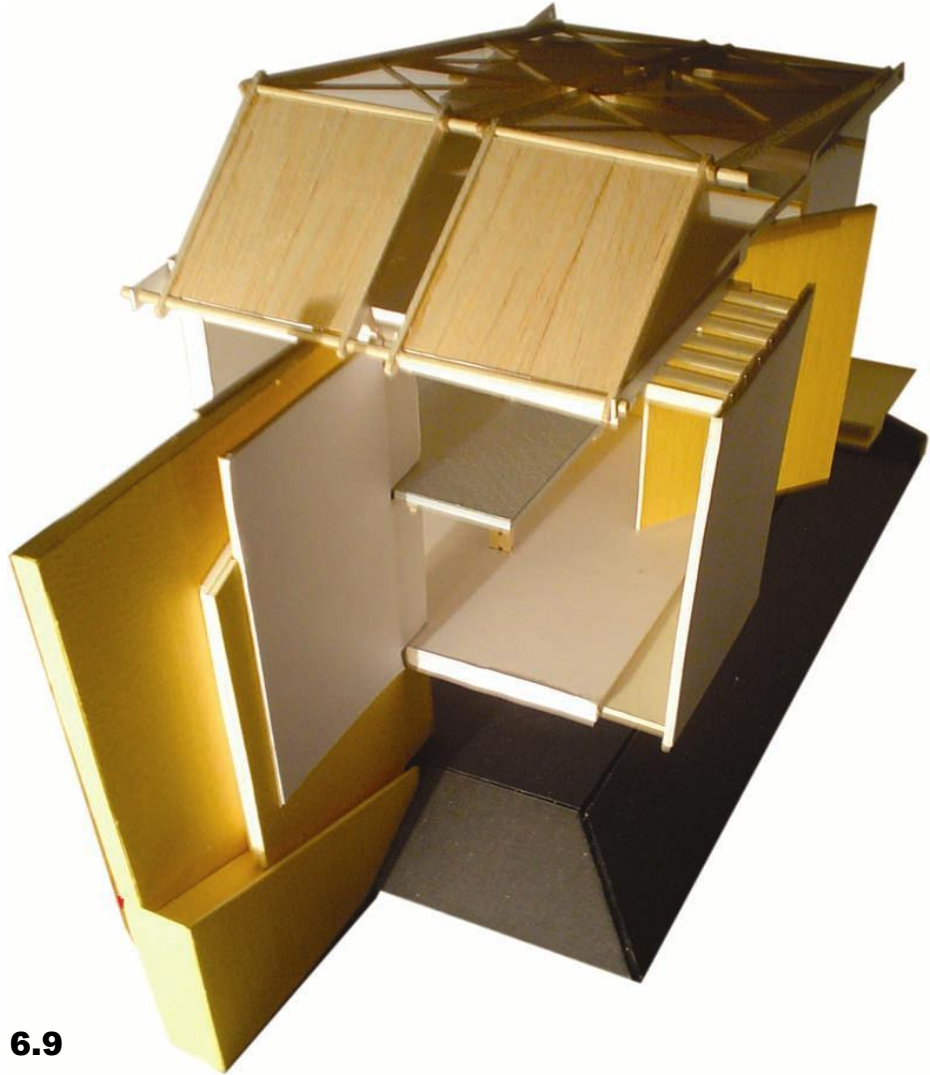
Esta característica, a partir de entender estas células habitables como “islas” penetrables en cualquiera de sus seis caras, se adapta al suelo, sin modificarlo, sino bajo el concepto del edificio “todo terreno” que puede estabilizarse por compresión vertical o lateral y por tensión.

Estas células habitables generan una envolvente de doble fachada, controlados por el sistema estereoestructural, que bioclimáticamente, permite colocar dispositivos de sombras, deflectores eólicos, canalizadores de luz y asociar a la vegetación con la estructura como una envolvente viva, en continuo crecimiento, que a su vez provee de alimentos.

En sí la suma de células habitables, denominadas biotipo, generan un conjunto de crecimiento “sin fin”, que intenciona la optimización arquitectónica en sus aspectos físicos, estructurales y orgánicos como propuesta prospectiva del quehacer arquitectónico.



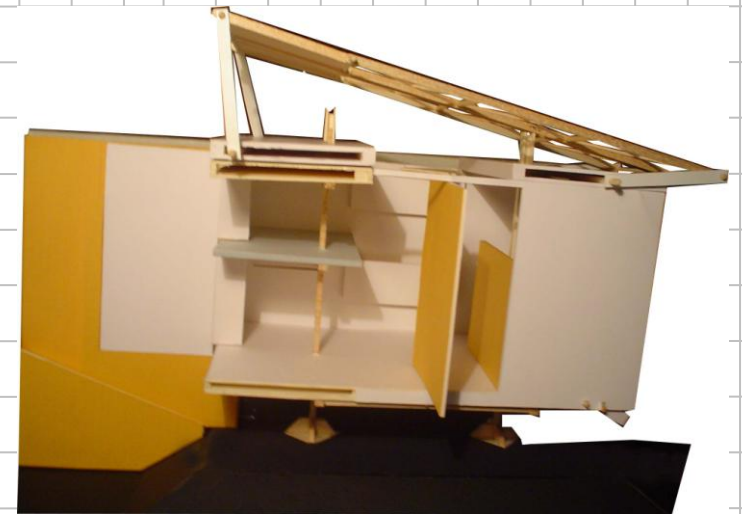
## 6.3 BIOCUBO



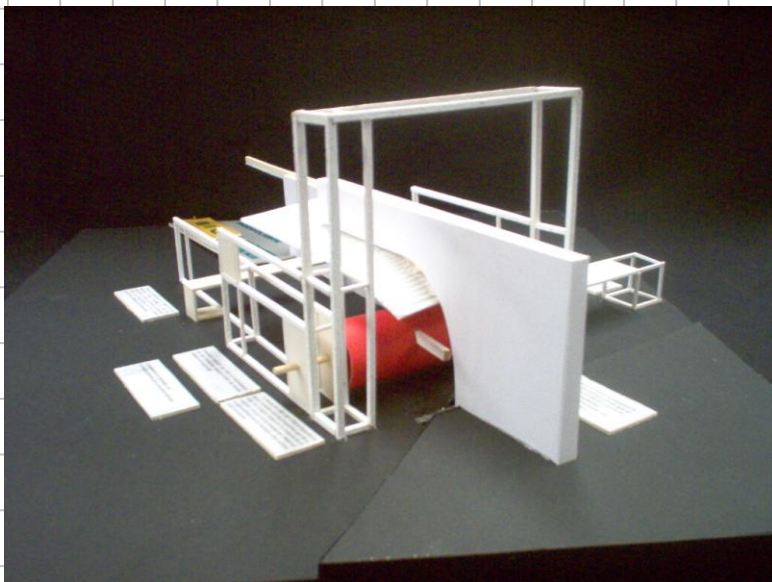
**Fig. 6.9**



**Fig. 6.10**



**Fig. 6.11**



**Fig. 6.12**

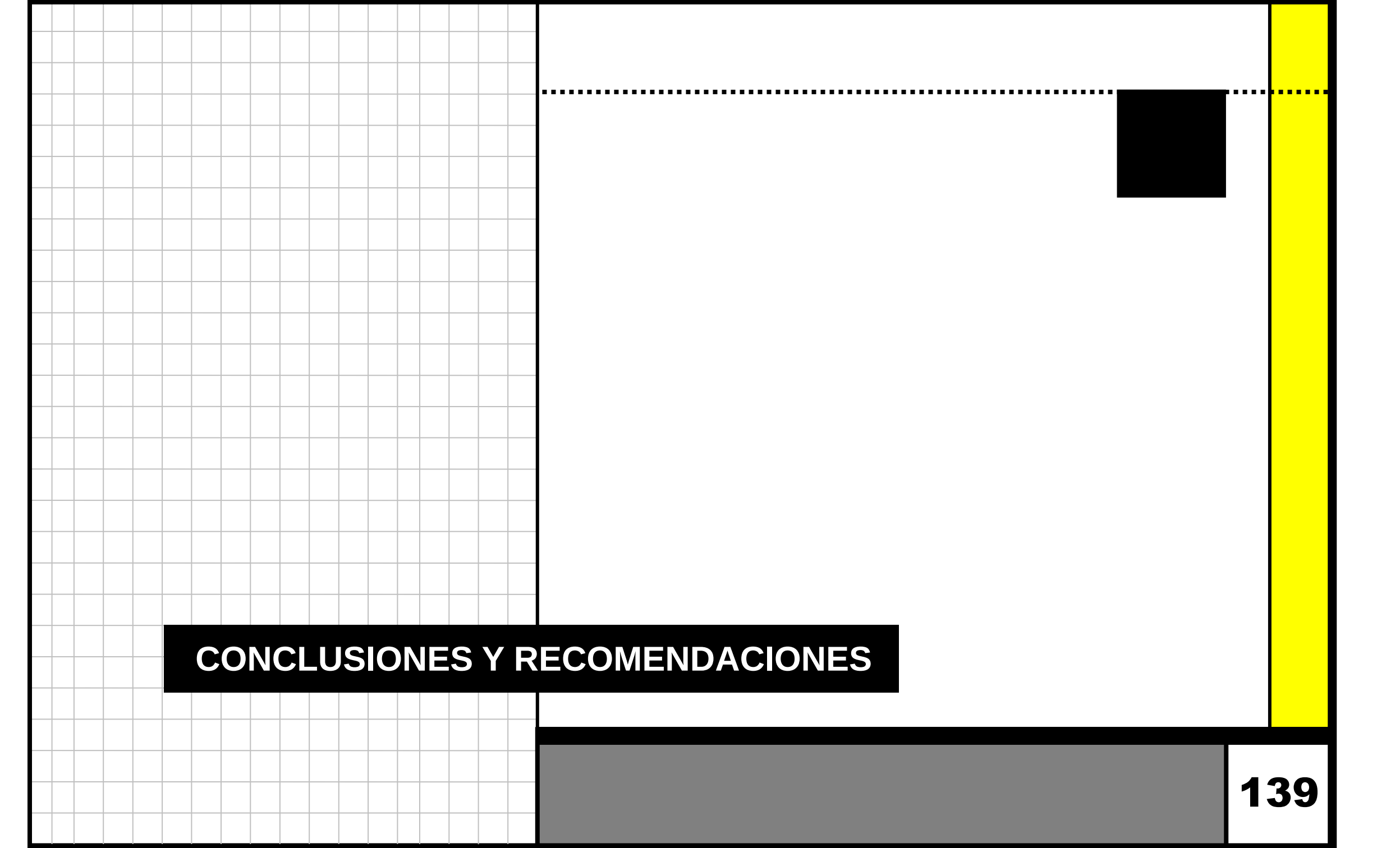
### **Modelo iconográfico geométrico**

Este tercer proyecto que se presenta como parte de la aplicación didáctica es un claro ejemplo de la fusión de ejercicios creativos, conceptuales aplicados a geometrías básicas, donde lo bioclimático da pauta general de la composición estética final.

El modelo denominado Biocubo, explota criterios del movilidad, como parte de un “sistema activo” pero entendido esto como la interacción constante del usuario con el objetivo arquitectónico y sus componentes móviles y mecánicos.

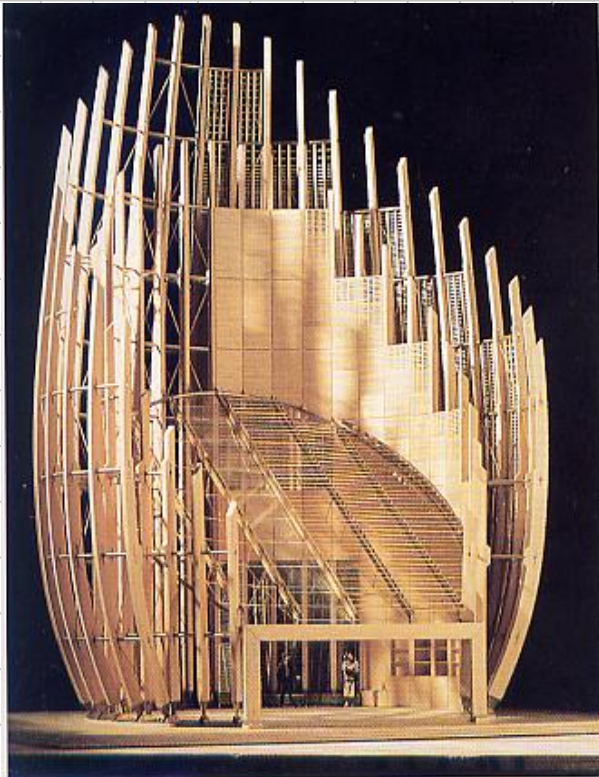
la movilidad le da su característica esencial expresiva y se justifica en términos de optimizar los factores del clima y las diferentes condiciones ambientales que pueden incidir en el habitáculo; de ahí, que su envolvente se conciba como “piel”, con aletas pivotantes y basculantes que capturan, deflectan y canalizan los fluidos de vientos incidentes, a voluntad del usuario, así mismo, se desplazan planos horizontales y verticales como dispositivos de sombras que al cambiar de posición y situación van creando diferentes facetas en la imagen gráfica o comunicativa del objeto arquitectónico que enfatiza su gran cometido plástico-funcional por el uso del color, no sólo como tema cromático sino como estrategia térmica reflectiva. Es por lo tanto un buen ejemplo de estas nuevas tendencias del diseño bioclimático pasivo con alto valor de eficiencia por lo “activo” del sistema como un todo!





## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



**Fig. 0.2**

### **Centro cultural de Nueva Caledonia Renzo Piano**

La forma característica del edificio, aparte de cambiar los paradigmas edilicios, radica en la necesidad de conseguir en un clima húmedo una óptima ventilación.

Cuando asumimos a la arquitectura como un compromiso social y en ello su prioridad de cobijo (como filtro ambiental) es imperioso actuar en consecuencia y desde el ámbito universitario, en la relación enseñanza-aprendizaje, el compromiso de los arquitectos docentes debe de dar prioridad a tal hecho, por lo que, desde mi enfoque una manera de apoyar la labor docente, que redunde en formar arquitectos concientes de tal compromiso, es plantear nuevos métodos que rompan esquemas tradicionales, y por lo tanto, incidan de manera más productiva en los procesos de aprehensión.

Si logramos que la arquitectura bioclimática se vea realmente como **ARQUITECTURA (Fig.02)** y no como una opción del quehacer de los futuros arquitectos, estaremos cumpliendo más fielmente nuestra labor como maestros. En este documento se demuestra que las cualidades plásticas, compositivas y expresivas de un edificio, no las coarta las condicionantes técnicas, físicas o medio ambientales, sino que realmente las sobre valora por generar objetos arquitectónicos más fundamentados en constante interrelación con su contexto y por lo tanto “vivos”, tesis planteada como detonador en mi búsqueda profesional arquitectónica.

Los primeros pasos a seguir en esta concientización formativa, se dan en el marco del aprendizaje significativo, cuando el alumno a su vez se convierte en aprendedor, visión que en el ámbito bioclimático se refuerza de manera total con la experimentación y donde la iconografía de modelos permiten la observación, la sensibilización, la cuantificación de fenómenos, (que a la fecha no son muy tomadas en cuenta en algunas escuelas de arquitectura), y posteriormente la conceptualización y codificación de lenguajes de diseño que inciden de manera directa en las síntesis arquitectónicas.

La tabla de evaluación de aprendizaje (diagrama 6), ilustra claramente que el desarrollo de los modelos iconográficos, como un enfoque sintético, del método científico, permite acortar la distancia, en el alumno, de la fase analítica de los fenómenos a la parte sintética de interpretación a la arquitectura, en este caso, el énfasis esta dado en la iconografía bioclimática de fenómenos físicos, aplicable desde los talleres de diseño básico hasta niveles de postgrado, dando paso a la iconografía geométrica, o de composición plástica, cuyos códigos iniciales son consecuencia de abstraer su significado al hecho bioclimático. Este proceso de simulación de fenómenos, además de sensibilizar al alumno ante un proceso como sistema pasivo, le permite adentrarse en sus componentes y por lo tanto entender de manera integral el sistema experimental, que da pauta a la conceptualización arquitectónica. Dando en consecuencia productos de mayor calidad en lo habitativo, en lo ambiental, y en lo expresivo.

Es importante refrendar el hecho, que el estudiante debe tener una actitud activa para potenciar los resultados en su aprehensión, sin embargo, bajo el proceso de los modelos iconográficos, por su naturaleza práctica, sintética y creativa, inciden en el estudiante menos activo, motivándolo al ver direccionado con claridad su proceso proyectual, desde sus fundamentos físicos hasta su comunicación visual, donde todos los componentes del objeto arquitectónico se integran, justificados por su operatividad, expresividad y significado.

En función de lo descrito, este trabajo presenta una pauta metodológica al acercamiento y manipulación de los conceptos del bioclimatismo, a través de vivenciarlos, como proceso de enseñanza que permite posteriormente adentrarse en los modelos matemáticos, con bases claras introduciendo al alumno a la investigación como parte fundamental del quehacer universitario.

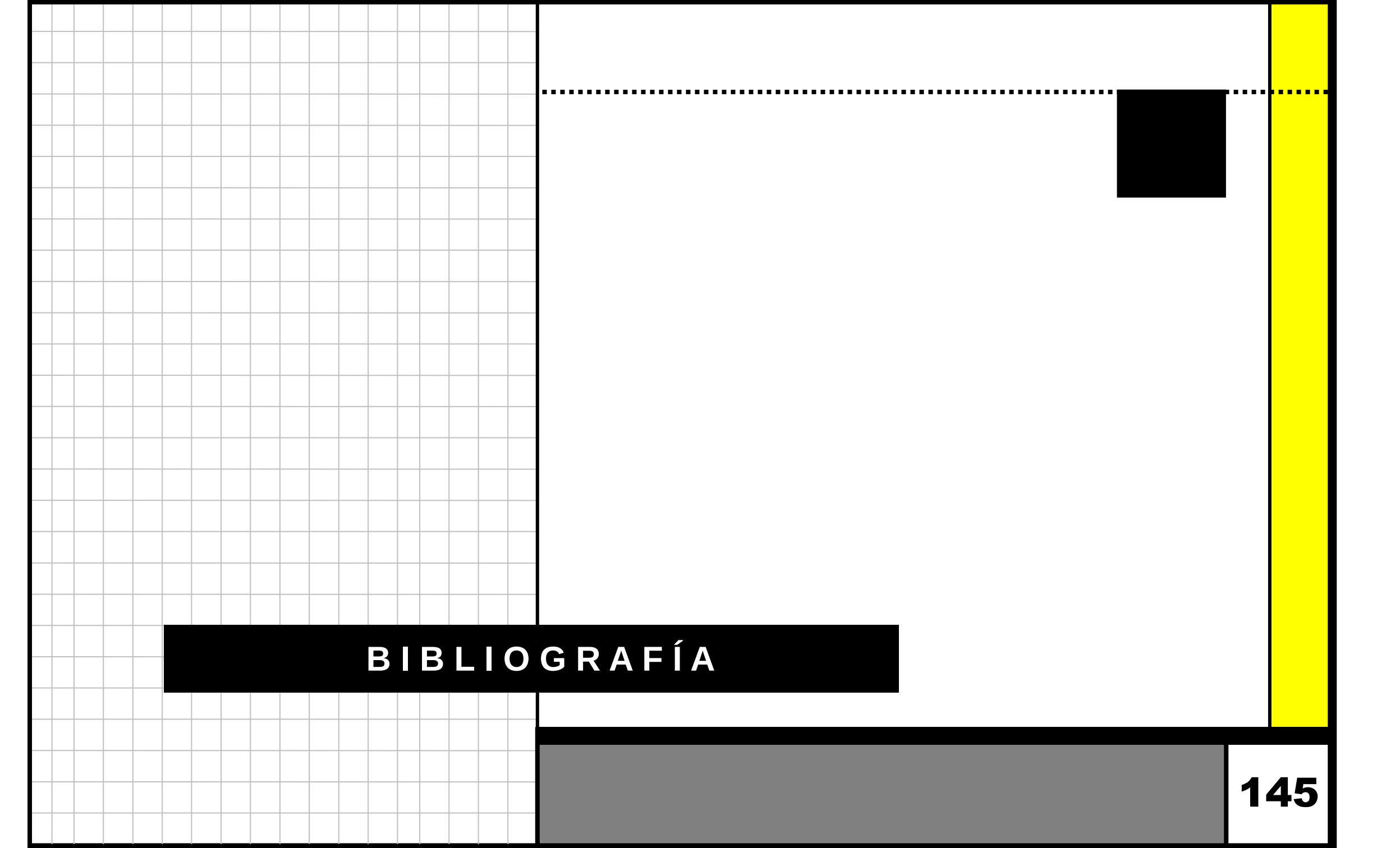
Si con esto logramos que la arquitectura crezca, desde la plataforma universitaria, nuestro cometido como maestros, habrá sido cumplido.

A nivel profesional este proceso, que va adicionando conceptos, y permite visualizar resultados, previos al desarrollo del programa arquitectónico, permite que el usuario o cliente, comprenda con mayor claridad y facilidad las intenciones del proyecto, dando como resultado una mejor relación cliente-arquitecto, e incidiendo en lo social, en una culturización del fenómeno arquitectónico, que permitirá tener una repercusión mayor como profesionales de la arquitectura, a los diversos contextos climáticos, así como a la optimización en la demanda de energía convencional, y por lo tanto al impacto ambiental.

Esta culturización arquitectónica, parte desde el concepto inicial, sometido a la experimentación en los diversos campos donde lo bioclimático se desarrolla (geometría solar, mecánica de vientos, transferencia térmica, etc), donde el cliente (al igual que el estudiante en su etapa formativa) observa la interrelación del proyecto con las diversas estrategias a aplicar, observándolas y entendiendo su función.

Los modelos iconográficos repercuten en la labor profesional agilizando el tiempo de respuesta en el desarrollo de un proyecto, facilita la exploración de alternativas al permitir someterlos a prueba con diferentes instrumentos de laboratorio como los heliodones, los túneles de viento, etc., así como desarrollar el modelo específico pasivo-experimental para obtener productos arquitectónicos de mayor calidad.

Todo esto enfatiza la importancia del enfoque sintético del método científico vía modelos iconográficos como didáctica constructivista, al incidir positivamente en la formación de estudiantes sensibles y creativos y, en obras profesionales, comfortable, energéticamente eficientes y expresivamente plásticas, como consecuencia de fusionar forma y función en pro de potenciar el fenómeno bioclimático-arquitectónico.

The image features a minimalist geometric layout. On the left, a light grey grid covers the entire vertical space. A thick black vertical line separates the grid from the rest of the page. To the right of this line, a horizontal dotted line spans the width of the page at the top. Below the dotted line, a solid black square is positioned in the upper right area. A thick yellow vertical bar runs along the far right edge of the page. In the lower left, a black horizontal bar contains the word 'BIBLIOGRAFÍA' in white, uppercase letters. At the bottom, a thick grey horizontal bar spans the width of the page, and a white square in the bottom right corner contains the number '145' in black, bold, uppercase letters.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, OSETE, MANUEL, "El arquitecto, un enfoque para su formación", Tesis Doctoral, UNAM, México, 1998.

BEHLING, Sophia y Stefan, "*Sol Power*" Edit. GG.

BONSIERE, G, "*Teoría y práctica del diseño industrial*", Edit. Gustavo Gili, Barcelona, 1975.

BUNGES, MARIO, "La ciencia, su método y filosofía", Edit. Siglo XX, Argentina, 1998.

DIAZ, Javier, "*Arquitectura y Biónica*", Edit. Departamento de cultura, Universidad de Madrid, España.

ELKE, HINZ, et al. "*Proyecto, clima y arquitectura*", Edit. GG. Universidad de Zulia.

FUENTES, FREIXANET, VICTOR, "Clima y arquitectura", Edit. UAM-A, México, 2004.

HERNÁNDEZ, SAMPIER, Roberto, "*Metodología de la investigación*", Ed. Mc Graw Hill, México, 2000.

KOENIGSBERGER, "*Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*", Edit. Paraninfo.

LLOYD Jones, David, "*Arquitectura y Entorno*", Edit. Blume.

LOS, Víctor, "*Hábitat y Energía*", Edit. GG



MARTÍNEZ, Miguel, *“Comportamiento humano, nuevos métodos de investigación”*, Edit. Trillas, México, 1989.

OLIVARES, RUIZ, Joel, *“Teoría de los modelos iconográficos”*, Tesis Doctoral, UV-UPM, 2003.

OLGYAY, Víctor, *“Arquitectura y Clima”*, Edit. GG.

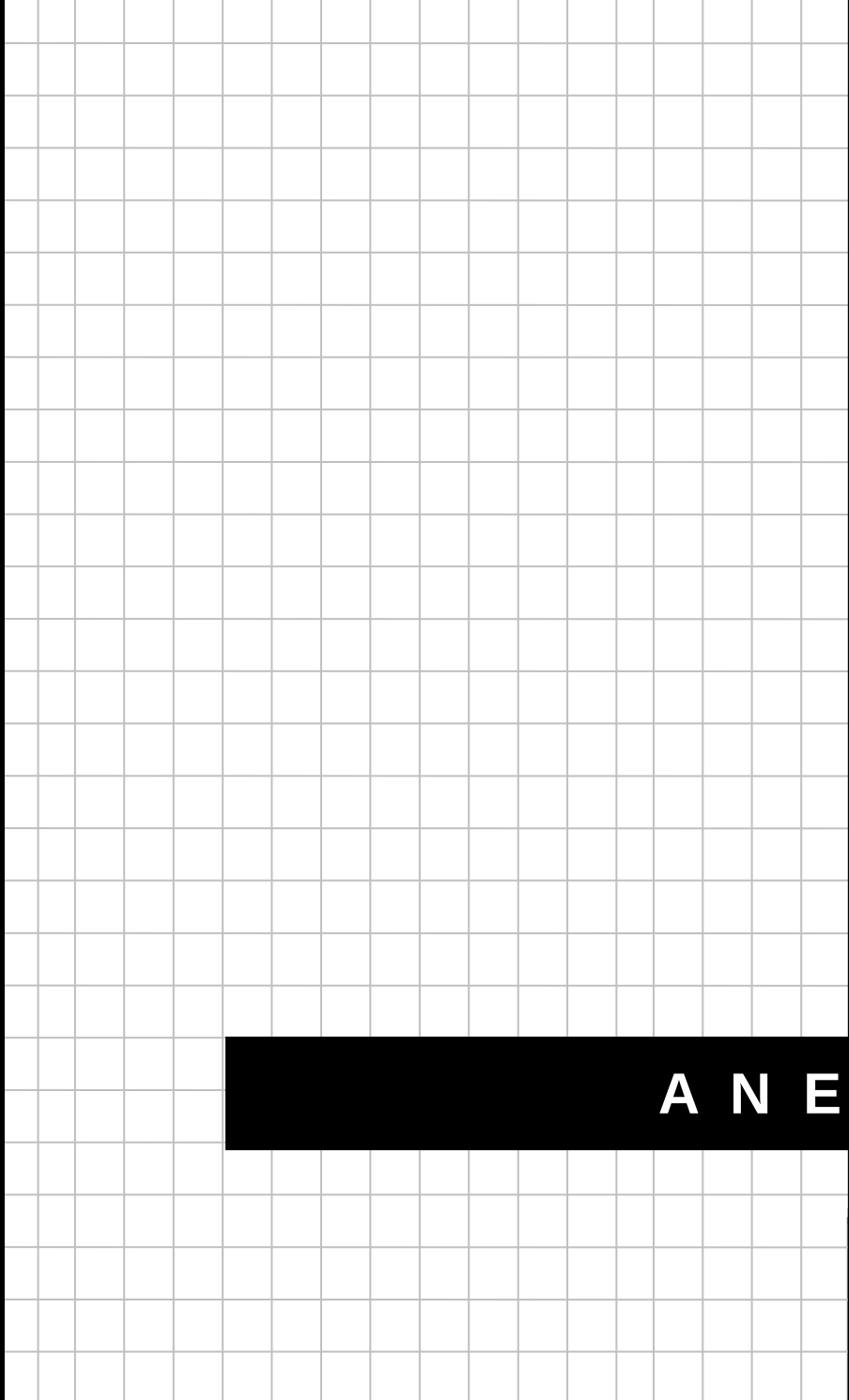
ROJAS Soriano, Raúl, *“Guía para al investigación en las ciencias sociales”*.

RUIZ DE ELVIRA, Antonio, *“Arquitectura y biónica”* Edit. Departamento de cultura, España, 2001.

SALAZAR, Guadalupe, *“La biónica y la Ecotecnología”*, Edit. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

SERRA, FLORENZA, Rafael, *“Arquitectura y energía natural”*, Edit. Alfaomega, México, 2005.

WONG, WUCIUS, *“Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional”*, Edit. Gustavo Gili, Barcelona, 1986.



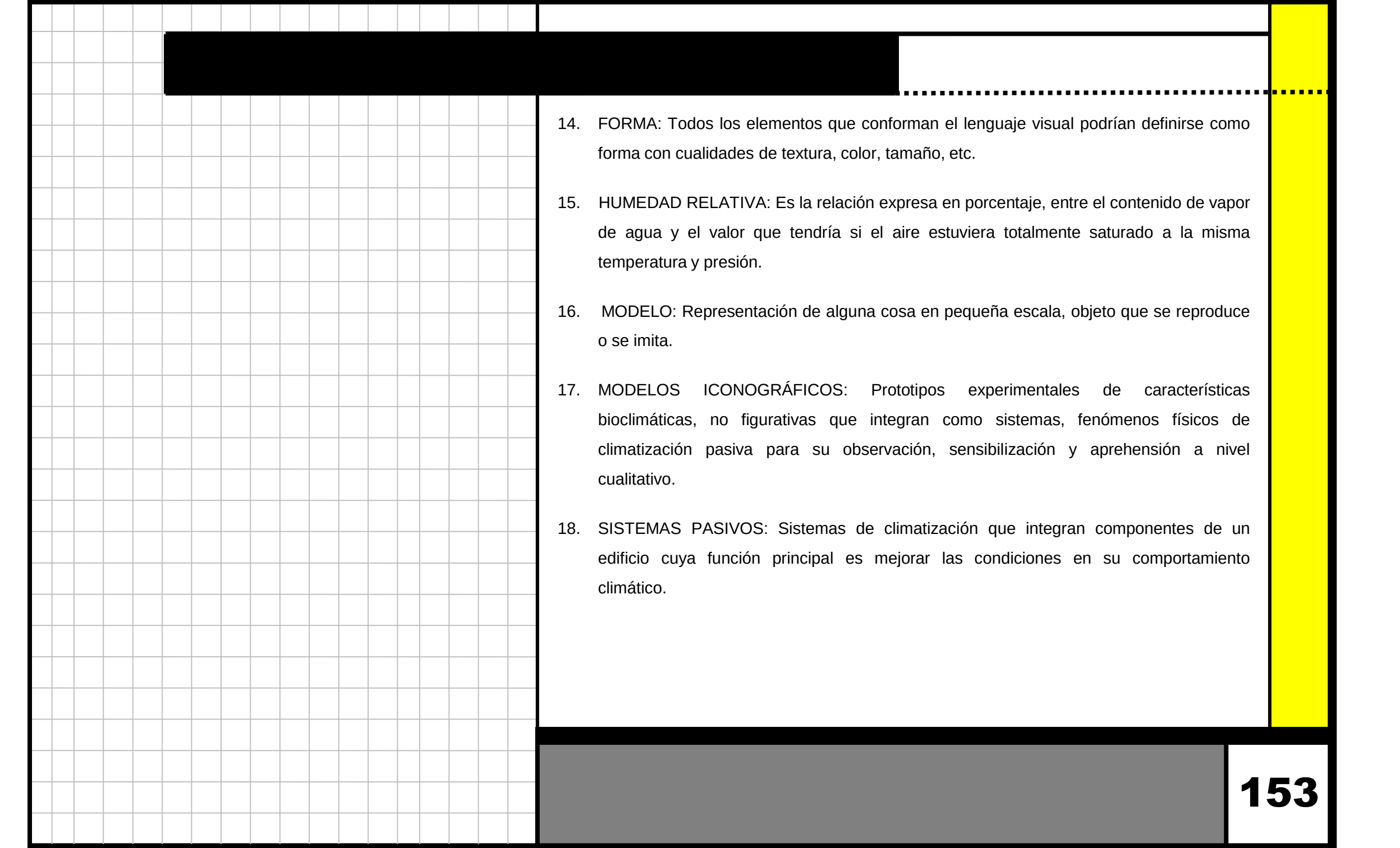
# A N E X O S

El objetivo de estos anexos es no perder de vista los antecedentes técnicos que rigen la tecnología bioclimática y ver donde en función de esta tesis se involucra una metodología de diseño con otros atributos y cualidades en su búsqueda de síntesis.

# GLOSARIO

1. **ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA:** Arquitectura proyectada para funcionar de acuerdo con el clima. Cuyos objetivos fundamentales son: crear espacios que ofrezcan bienestar y confort a sus ocupantes, espacios que hagan un uso eficiente de la energía y los recursos; y que respeten al medio ambiente que los rodea integrándose a los ecosistemas tanto naturales como artificiales.
2. **ATMÓSFERA:** Esfera terrestre consistente en una masa gaseosa que envuelve a la tierra, con espesor variable de varios cientos de kilómetros.
3. **APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO:** Proceso de desarrollo de estructuras significativas, identificado con “conocer” definido como comprensión de significado.
4. **BIÓNICA:** Ciencia que analiza los sistemas biológicos para descubrir nuevos principios, técnicas y procedimientos de aplicación. Tiene relación con el diseño en cuanto estudia los principios formales de los seres y desarrolla una solución proyectual a partir de ellos.
5. **CALOR:** Forma de energía que se manifiesta por el grado de actividad molecular de la materia.
6. **CLIMA:** Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un periodo largo de tiempo; lo determina la latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad.

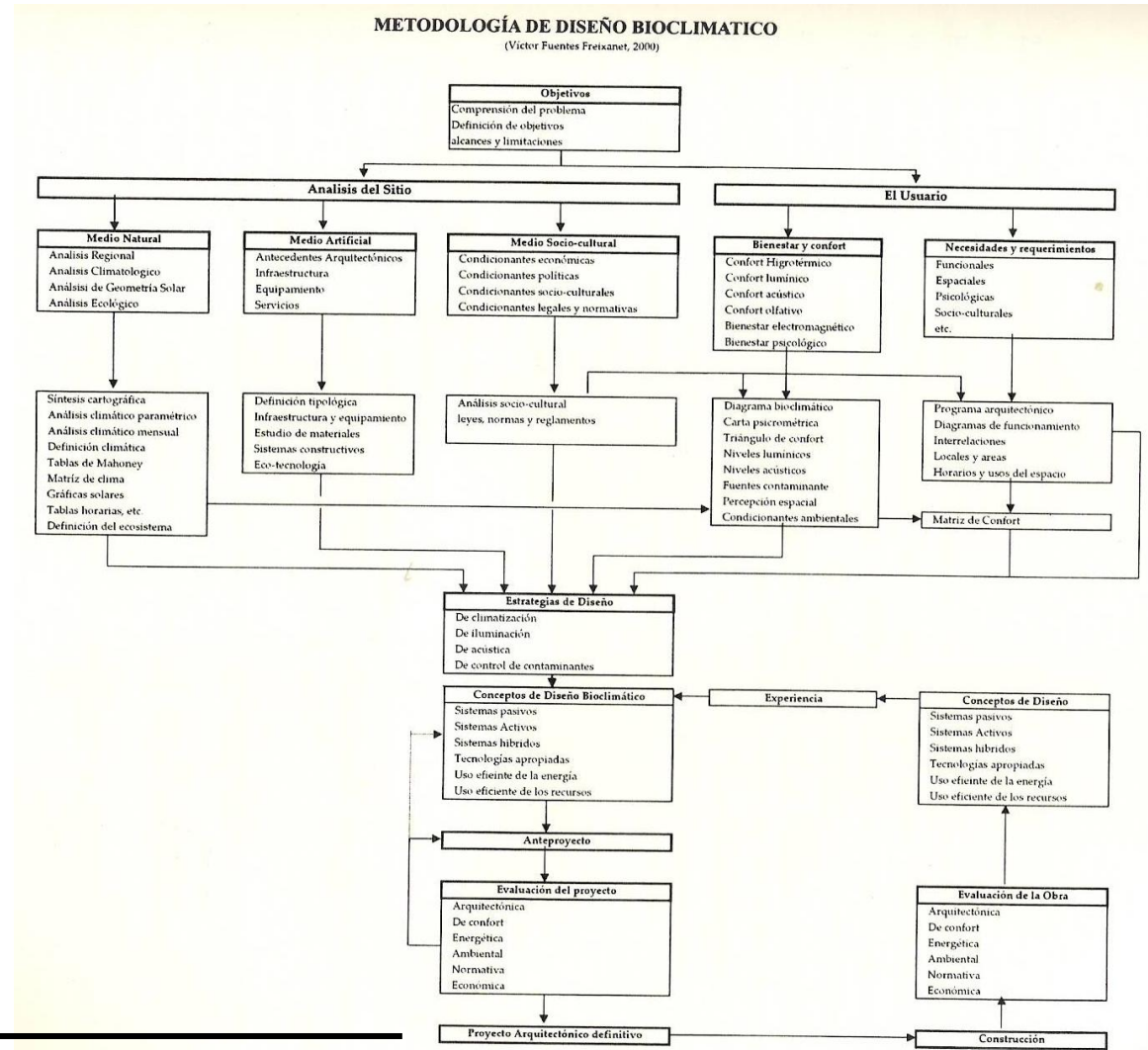
7. CARTA DE BIO-DISEÑO: Diagrama basado en la carta psicrométrica de Givoni, donde se vacían conceptos de formas funcionales para relacionarlos con estrategias de climatización y repercutir en un lenguaje visual más coherente al contexto físico.
8. DIALÉCTICA: Propio del arte de razonar metódicamente.
9. DIDÁCTICA: Relativo a la enseñanza.
10. DISEÑO: Aquello que presupone un plan, un análisis de circunstancias, una proposición de medios y la realización concreta de algo.
11. FENOMENOLOGÍA: Estudio de los fundamentos tal como son experimentados, vividos y percibidos por el hombre.
12. LÉXICO: Palabra de origen griego que significa vocabulario.
13. ONTOLOGÍA: Es aquello que estudia el ser en cuanto ser, para dar explicaciones racionales, no mitológicas, a los fenómenos del mundo físico.

- 
14. FORMA: Todos los elementos que conforman el lenguaje visual podrían definirse como forma con cualidades de textura, color, tamaño, etc.
15. HUMEDAD RELATIVA: Es la relación expresa en porcentaje, entre el contenido de vapor de agua y el valor que tendría si el aire estuviera totalmente saturado a la misma temperatura y presión.
16. MODELO: Representación de alguna cosa en pequeña escala, objeto que se reproduce o se imita.
17. MODELOS ICONOGRÁFICOS: Prototipos experimentales de características bioclimáticas, no figurativas que integran como sistemas, fenómenos físicos de climatización pasiva para su observación, sensibilización y aprehensión a nivel cualitativo.
18. SISTEMAS PASIVOS: Sistemas de climatización que integran componentes de un edificio cuya función principal es mejorar las condiciones en su comportamiento climático.

| DIA<br>DEL<br>MES | TEMPERATURAS (°C) |                |       |       |      |             | TENSION<br>DE<br>VAPOR | PUNTO<br>DE<br>ROCIO | HUME<br>RELAT | DIRECCION Y VELOCIDAD DEL<br>VIENTO (M/S) |      |        |      |              |
|-------------------|-------------------|----------------|-------|-------|------|-------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------------|------|--------|------|--------------|
|                   | BULBO<br>SECO     | BULBO<br>HUMED | MAX   | MIN.  | OSC. | MIN<br>INT. |                        |                      |               | CENTRO DE PREVISION DEL GOLFO             |      |        |      |              |
|                   |                   |                |       |       |      |             |                        |                      |               | DOMINANTE                                 |      | MAXIMO |      | VEL<br>MEDIA |
|                   |                   |                |       |       |      |             |                        |                      |               | DIR.                                      | VEL. | DIR.   | VEL. |              |
| 01                | 23.0              | 19.3           | 27.7  | 21.7  | 6.0  | 21.6        | 19.5                   | 17.2                 | 70            | NNW                                       | 8.3  | NNW    | 17.8 | 8.4          |
| 02                | 23.2              | 21.3           | 27.5  | 19.5  | 8.0  | 17.5        | 21.3                   | 18.7                 | 76            | N                                         | 3.7  | N      | 6.1  | 2.4          |
| 03                | 24.2              | 21.4           | 28.5  | 20.3  | 8.2  | 18.7        | 23.2                   | 20.0                 | 78            | NNE                                       | 2.2  | NNE    | 5.0  | 1.5          |
| 04                | 24.7              | 22.0           | 29.9  | 21.4  | 8.5  | 20.0        | 24.3                   | 20.8                 | 79            | NE                                        | 2.7  | NE     | 5.3  | 1.5          |
| 05                | 24.9              | 22.2           | 31.0  | 20.4  | 10.6 | 19.2        | 24.6                   | 20.9                 | 79            | SW                                        | 1.0  | E      | 6.9  | 2.2          |
| 06                | 25.0              | 23.0           | 30.0  | 21.2  | 8.8  | 19.6        | 26.4                   | 22.1                 | 85            | ENE                                       | 2.3  | ENE    | 5.6  | 1.5          |
| 07                | 25.5              | 23.7           | 29.6  | 21.5  | 8.1  | 20.0        | 26.8                   | 23.5                 | 83            | N                                         | 3.6  | N      | 7.2  | 2.8          |
| 08                | 25.8              | 23.5           | 30.3  | 23.0  | 7.3  | 21.6        | 27.0                   | 22.5                 | 82            | NE                                        | 3.1  | NE     | 5.0  | 1.9          |
| 09                | 25.3              | 23.1           | 30.5  | 21.5  | 9.0  | 20.7        | 26.3                   | 22.1                 | 83            | C                                         | 0.0  | N      | 4.4  | 1.2          |
| 10                | 25.9              | 23.4           | 29.7  | 23.2  | 6.5  | 22.0        | 26.8                   | 22.4                 | 81            | N                                         | 6.7  | N      | 13.3 | 4.5          |
| DEC.              | 247.5             | 222.5          | 299.7 | 213.7 | 81.0 | 200.9       | 246.2                  | 210.2                | 796           | N                                         | 4.7  | NNW    | 17.8 | 2.3          |
| 11                | 25.2              | 19.9           | 27.7  | 23.8  | 3.9  | 21.5        | 19.2                   | 16.9                 | 60            | NNW                                       | 9.3  | NNW    | 16.7 | 7.2          |
| 12                | 23.2              | 18.9           | 28.3  | 18.8  | 9.5  | 17.1        | 18.5                   | 16.3                 | 67            | E                                         | 3.4  | E      | 6.7  | 2.1          |
| 13                | 23.0              | 19.3           | 28.8  | 16.8  | 12.0 | 15.8        | 19.7                   | 17.3                 | 72            | SW                                        | 1.4  | NNE    | 6.7  | 2.1          |
| 14                | 21.5              | 17.2           | 25.2  | 12.8  | 5.3  | 19.5        | 16.3                   | 14.2                 | 64            | NNW                                       | 8.7  | NNW    | 17.8 | 7.8          |
| 15                | 20.0              | 16.4           | 21.8  | 18.8  | 3.0  | 18.6        | 15.9                   | 14.0                 | 69            | NNW                                       | 6.3  | NNW    | 13.3 | 6.1          |
| 16                | 20.8              | 18.3           | 24.0  | 18.2  | 5.8  | 16.1        | 19.1                   | 16.8                 | 79            | NNW                                       | 2.7  | NNW    | 5.0  | 1.3          |
| 17                | 21.7              | 18.2           | 26.2  | 17.8  | 8.4  | 15.4        | 18.2                   | 16.1                 | 72            | NNW                                       | 9.0  | NNW    | 18.3 | 6.2          |
| 18                | 21.8              | 17.8           | 23.5  | 19.0  | 4.5  | 18.0        | 17.2                   | 15.3                 | 67            | NNW                                       | 6.0  | NNW    | 11.7 | 5.1          |
| 19                | 22.0              | 16.1           | 23.7  | 21.4  | 2.3  | 21.3        | 13.9                   | 11.8                 | 53            | NNW                                       | 9.0  | NNW    | 20.6 | 8.9          |
| 20                | 20.9              | 15.7           | 24.4  | 18.6  | 5.8  | 18.3        | 14.0                   | 12.0                 | 58            | SE                                        | 1.8  | NNW    | 12.2 | 1.9          |
| DEC.              | 220.1             | 177.8          | 253.6 | 193.1 | 60.5 | 165.8       | 172.0                  | 150.7                | 661           | NNW                                       | 7.3  | NNW    | 20.6 | 48.7         |
| 21                | 20.2              | 17.4           | 26.5  | 14.6  | 11.9 | 12.6        | 17.8                   | 15.6                 | 76            | SW                                        | 1.4  | E      | 6.7  | 2.5          |
| 22                | 22.4              | 20.5           | 28.0  | 16.6  | 11.4 | 16.2        | 22.8                   | 19.6                 | 85            | SW                                        | 1.9  | NE     | 5.6  | 2.1          |
| 23                | 22.7              | 19.6           | 25.7  | 20.6  | 5.1  | 19.5        | 20.5                   | 17.9                 | 75            | NNW                                       | 8.8  | NNW    | 18.9 | 7.2          |
| 24                | 20.4              | 17.9           | 25.0  | 19.0  | 6.0  | 18.6        | 18.5                   | 16.3                 | 78            | NNW                                       | 6.1  | N      | 13.1 | 8.4          |
| 25                | 16.2              | 13.0           | 19.8  | 15.0  | 4.8  | 15.0        | 12.7                   | 10.5                 | 69            | NNW                                       | 8.2  | NNW    | 20.6 | 8.2          |
| 26                | 18.4              | 14.6           | 21.8  | 15.6  | 6.2  | 15.0        | 13.6                   | 11.7                 | 63            | NNW                                       | 4.8  | NNW    | 8.9  | 4.2          |
| 27                | 20.0              | 16.4           | 25.2  | 16.4  | 8.8  | 16.4        | 15.9                   | 14.1                 | 67            | N                                         | 4.5  | N      | 8.3  | 3.2          |
| 28                | 20.5              | 16.6           | 24.4  | 17.5  | 6.9  | 15.4        | 15.9                   | 13.9                 | 66            | NNW                                       | 1.9  | NE     | 8.3  | 2.1          |
| 29                | 21.5              | 17.9           | 27.7  | 18.2  | 9.5  | 17.9        | 17.7                   | 15.6                 | 70            | WSW                                       | 1.3  | ENE    | 4.4  | 1.7          |
| 30                | 21.3              | 18.5           | 27.8  | 16.6  | 11.2 | 15.0        | 19.2                   | 16.8                 | 76            | E                                         | 3.3  | E-ENE  | 5.6  | 2.0          |
| 31                | 21.7              | 19.1           | 26.6  | 17.5  | 9.1  | 15.3        | 20.3                   | 17.7                 | 78            | C                                         | 0.0  | ENE    | 5.3  | 1.4          |
| DEC.              | 225.3             | 191.5          | 278.5 | 187.6 | 90.9 | 176.9       | 194.9                  | 169.7                | 803           | NNW                                       | 7.0  | NNW    | 20.6 | 48.0         |



VER  
DIAGRAMA  
OPERATIVO 5.8





| MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         |                                               |                                                |                                   | CIUDAD |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|-------------------------|-------|--------------|---------------|----------|-----------------|----------------|-----------|------------------|--|------------------|---------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------|-------|--------|------|---------|-------|----------|------------|---------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONDICIONANTE CLIMÁTICA |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | SISTEMAS PASIVOS |         |                                               |                                                | OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO |        |           |       |        |      | LATITUD |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         |                                               |                                                | INVIERNO                          |        | PRIMAVERA |       | VERANO |      | OTOÑO   |       | LONGITUD |            |         |           |           |                                                                                                                             |
| CALDO SECO              | CALDO | CALDO HUMEDO | TEMPLADO SECO | TEMPLADO | TEMPLADO HUMEDO | SEMI-FRÍO SECO | SEMI-FRÍO | SEMI-FRÍO HUMEDO |  | ESTRATEGIAS      | SISTEMA | MECANISMOS                                    | TANTAS                                         | DIAGRAMA                          | ENERO  | FEBRERO   | MARZO | ABRIL  | MAYO | JUNIO   | JULIO | AGOSTO   | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ELEMENTOS REGULADORES                                                                                                       |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | CALENTAMIENTO    | Directo | R                                             | Promover la ganancia solar directa             |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Elementos acristalados: ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | Cd                                            | Promover la ganancia solar indirecta           |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | Cv      | Minimizar el flujo conductivo de calor        |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Inercia térmica: radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.                                    |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Minimizar el flujo de aire externo             |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Directo          | Cv      | Minimizar la infiltración                     |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas), esclusas o hermeticidad                                 |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Minimizar la ganancia solar                    |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | E       | Promover la ventilación natural               |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Dispositivos de control solar: volados, aleros, portes, lamas, pergolas, celosías, lonas, vegetación, etc.                  |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover el enfriamiento evaporativo           |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | Cv      | Promover el enfriamiento radiante             |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Vegetación, fuentes, estanques, etc.                                                                                        |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Minimizar el flujo conductivo de calor         |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | Cv      | Amortiguamiento térmico                       |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Material aislante, contraventanas, etc.                                                                                     |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover enfriamiento terrestre                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | E       | Promover la ventilación forzada o pre-tratada |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Sumideros de calor: casa enterrada o con taludes                                                                            |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover el enfriamiento evaporativo indirecto |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | Cv      | Promover el calentamiento directo             |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Uso húmedo, muros húmedos, riego por aspersión, etc.                                                                        |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover el calentamiento indirecto            |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | E       | Promover la ventilación natural o inducida    |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Inercia térmica de los materiales, muro trombe, invernadero adosado o seco, chimeneas o radiadores de alta eficiencia, etc. |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover sistemas evaporativos                 |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  | Indirecto        | Cv      | Promover la ventilación inducida              |                                                |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           | Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, etc.                                                |
|                         |       |              |               |          |                 |                |           |                  |  |                  |         | R                                             | Promover la ventilación inducida               |                                   |        |           |       |        |      |         |       |          |            |         |           |           |                                                                                                                             |